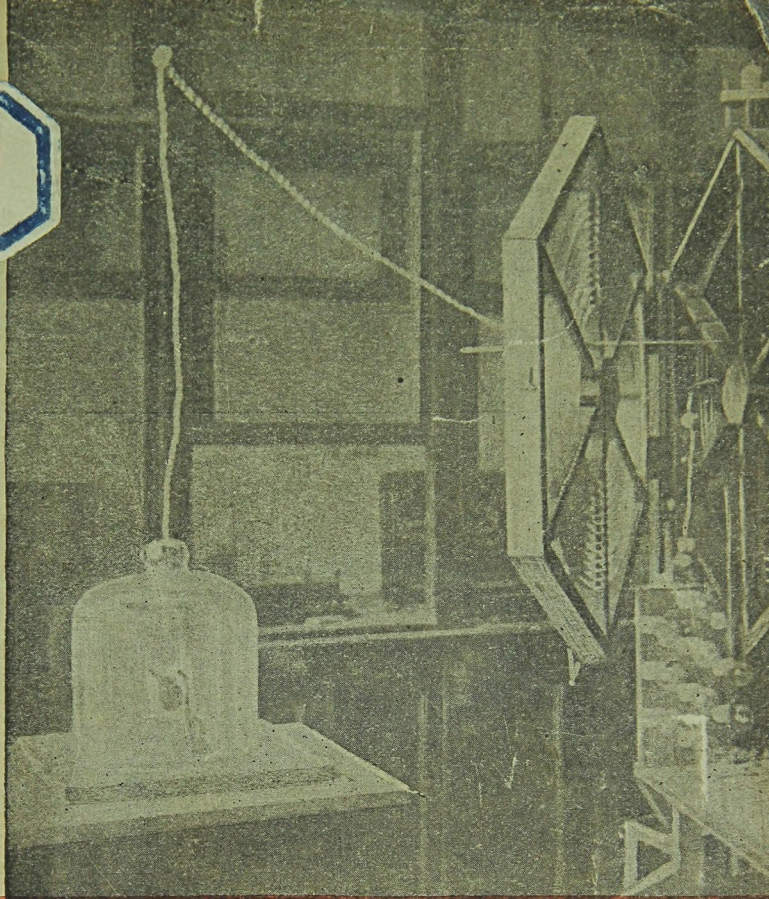


Х
В
34
15

О. Е. ЗВЯГІ



Советская платина

С. 474609

99 010°

124

47460

О. Е. ЗВЯГИНЦЕВ

622.34
3-45

СОВЕТСКАЯ ПЛАТИНА

1944

ИНВ. 1936 г. К. 42160 П
Д.К. Р
Ж

Библиотечная марка
БИБЛИОТЕКА
ИМЕНИ
Г. ВЕЛИКОГО
г. Ярославль,
ул. Карла Маркса № 6
Телефон 10-14.

Читальный зал

ГОСУДАРСТВЕННОЕ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ
ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА—ЛЕНИНГРАД
ноябрь 1931

КНИГОХРАНИЛИЩЕ
ОБЛ. БИБ

622.349

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Введение	3
История платины	5
Месторождения платины	13
Добыча платины	16
Аффинаж платины	24
Плавка платины	26
Изготовление из платины различных изделий	31
Применение платины. Платина в химической лаборатории	34
Платина в пирометрии	38
Платина в химической промышленности	39
Применение платины в электротехнике	43
Применение платины в медицине	45
Применение платины для украшений	—
Спутники платины	46
Статистические данные о потреблении платиновых металлов	49
Платиновые металлы и химия сложных соединений	51
Будущее платиновых металлов	55

Редактор Ю. В. Ходаков

Техн. редактор Р. Г. Нейман

Введение

Руды металлов, каменный уголь, строительный камень, многоводные реки, плодородная почва и другие природные богатства не распределены равномерно на земле. В некоторых местах земного шара имеются такие счастливые области, которые природой одарены значительно богаче других. К таким счастливым уголкам относится наш Урал. Холмистая, а порой гористая, полоса, тянущаяся с севера на юг вдоль границы, отделяющей европейскую и азиатскую части нашего Союза, в своих недрах таит несметные сокровища: медные, железные, никелевые и другие руды, нефть, золото, самоцветы и мн. др. Среди этих сокровищ особое место занимает платина—металл чрезвычайно редкий и встречающийся в немногих местах земного шара в таких количествах, которые позволяют его добывать. Урал является самым значительным и самым богатым месторождением платины на земле, а наш Союз по добыче платины стоит на первом месте среди других стран.

Что же за металл платина?

— Неужели этот некрасивый и невзрачный металл ценится дороже золота?— так спросит с удивлением всякий при первом взгляде на тяжелый, серебристый со стальным блеском металл, похожий по виду на никель.

Но не за красоту и блеск ценится так дорого платина, а за те драгоценные качества, которые ее делают незаменимой для технических целей и научных работ.

Из этих свойств прежде всего нужно отметить т у г о п л а в к о с т ь платины. В то время как медь плавится при температуре 1100°, серебро 960°, золото 1065°, железо — около 1520°, платина расплавляется лишь при 1755°. Ее можно накаливать до ослепительного белого каления, не рискуя расплавить.

Большинство металлов, в том числе и тугоплавкие, при высокой температуре быстро сгорают: железо превращается в окалину, другие металлы в окиси. Платина отличается

от этих металлов своим «благородством», т. е. она не окисляется ни на холоду, ни при нагревании, оставаясь такой же блестящей и белой, как была.

Не только кислород воздуха не действует на платину, но и вода и кислоты не разъедают платины. Ни серная, ни азотная, ни соляная, ни плавиковая кислоты, не говоря уже об уксусной и других менее сильных, на платину не действуют ни на холоду, ни при нагревании. Только царская водка (смесь соляной и азотной кислот) растворяет платину.

Стойкость платины против нагревания и химических реагентов позволяет применять ее, как это увидим ниже, в различных областях техники и в лабораториях для изготовления тиглей, чашек и т. п.

Из других физических свойств необходимо отметить большую сопротивляемость электрическому току, благодаря чему платину применяют для электрических печей сопротивления. Затем упомянем ее высокий удельный вес, равный 21,5%. Она в 21,5 раза тяжелее воды, почти втрое тяжелее железа и в девять раз тяжелее алюминия.

Коэффициент расширения¹ платины при нагревании очень близок к коэффициенту расширения стекла и фарфора. Если впаять в стеклянную палочку медь или железо, то при нагревании эти металлы будут расширяться иначе, чем стекло, и последнее треснет в месте спая. Платина же расширяется при нагревании одинаково со стеклом и фарфором, и оно не трескается в местах спая. Свойство это весьма пригодилось при изготовлении искусственных зубов со штифтами и в производстве электрических лампочек. Правда, в лампочках платина заменяется теперь сплавом из неблагородных металлов — «платинитом».

Ковкость и способность вытягиваться в тончайшие нити у платины поистине необыкновенные. Платину можно гнуть и ковать, как золото. Химик Волластон вытягивал из платины тончайшие нити: из одного грамма была вытянута нить около 70 км длиной.

Еще одно свойство платины делает ее незаменимым металлом в электрохимии: в процессе электролиза², если его хотят вести так, чтобы электроды не растворялись, их делают из платины. Осаждающийся на платиновом электроде металл легко можно удалять при помощи кислоты, которая не действует на платину.

¹ Коэффициентом расширения называется увеличение стержня или проволоки длиной в один метр при нагревании на 1° Цельсия.

² Разложение раствора электрическим током.

Платина трудно соединяется с другими веществами, но раз перейдя в химически связанное состояние (например растворенная в царской водке), она далее может давать многочисленные химические соединения, простые и сложные. Число известных химических соединений платины очень велико и значительно превышает их число для таких обычных металлов, как например железо и медь.

Наконец мелко раздробленная платина в виде тонкого порошка (черни) обладает свойством ускорять некоторые химические процессы, или, как говорят, служит к а т а л и з а т о р о м. Этим свойством также широко пользуются в технике, в производстве серной кислоты, окислении аммиака и пр.

Кроме чистой платины многие сплавы ее с другими металлами имеют весьма ценные свойства. Так например сплав платины с иридием очень тугоплавок и тверд, благодаря чему применяется для изготовления контактов в автомобильных магнето. Сплавы платины с серебром и никелем применяются для изготовления зубных коронок.

Вот почему платина так дорого ценится, и почему усилия людей направлены к отысканию и увеличению добычи этого редкого металла.

История платины

Ценные свойства платины были обнаружены не сразу, и поэтому платина вначале, вскоре после своего открытия, не имела никакой ценности, и только по мере того, как изучались ее свойства, она становилась нужной и даже необходимой. В этом отношении история платины очень поучительна.

Впервые платина была найдена в Южной Америке. Путешественники XVII в., исследовавшие эту, тогда еще мало известную, страну, в числе диких Новое Света привозили зерна самородного белого металла, названного ими «платина», что по-испански значит «серебро». Первый описал платину в своих воспоминаниях, изданных в 1748 г., путешественник дон Антонио - де - Уллоа, привезший ее из Колумбии.

Платина в то время не имела никакой ценности и даже считалась нежелательной. Дело в том, что платина легко сплавляется с золотом, а отделять платину от золота в сплаве тогда не умели. Этим пользовались сметливые люди, чтобы подделывать золото. В 1735 г. испанское правительство ¹ издало закон об уничтожении запасов платины, накаплива-

¹ Колумбия тогда была колонией Испании.

шейся при добыче золота. Чиновники на монетных дворах в городах Санта-Фэ и в Папаяне должны были сохранять платину и по накоплении при свидетелях бросать ее в ближайшие реки: Боготу и Кауку. В 1778 г. этот закон был отменен, но отменой его воспользовалось само испанское правительство, которое стало прибавлять платину в монетный сплав, что конечно считалось фальсификацией. В 1750 г. Р. Ватсоном платина была впервые подвергнута научному исследованию, затем в конце XVIII в. и начале XIX европейские химики и техники: де-Лилль, Валластон, Гитон де-Морво, Ашард, Жанетти и др., научились очищать сырую платину и делать из нее проволоку, пластинки, чашки и другие вещи. Особенного совершенства достиг в этом деле парижский золотых дел мастер Жанетти.

Главная трудность была в том, что в те времена расплавить платину не могли, так как достижение высокой температуры плавления платины было тогда невозможно. Зерна же сырой платины благодаря примеси железа тверды и не сковываются вместе. Поэтому первые металлурги, имевшие дело с платиной, поступали так: они сплавляли сырую платину с мышьяком, который дает с ней легкоплавкий сплав, а затем продолжительным нагреванием выжигали мышьяк; оставшаяся платина в виде целого куска ковалась, и из нее можно было делать различные предметы. Валластоном был изобретен другой способ: он растворял сырую платину в царской водке и из раствора высаживал ее нашатырем. Нашатырная платина — желтый осадок — отцеживалась, высушивалась и прокаливалась в печи; при нагревании она разлагалась, нашатырь улетучивался, а платина оставалась в виде рыхлой губчатой массы, которую спрессовывали в горячем состоянии и ковали, — получалась плотная масса металла, из которой легко можно было делать что угодно.

Аналогичным способом пользовались французские мастера. И Валластон и французы держали свои способы в секрете, желая пользоваться исключительным на них правом.

В 20-х годах прошлого столетия, к которым относятся первые находки платины на Урале, в Европе платина уже нашла себе значительное применение в качестве кислотоупорного и жароупорного материала и ювелирных сплавов. Ежегодная добыча ее равнялась 350—450 кг.

В 1819 г. в Верхисетском, а несколько позже в Невьянском, округах среднего Урала были найдены при добыче золота зерна белого металла, которые были отправлены для исследования. Было установлено, что эти зерна содержат платину, подобно американской. Однако никто на Урале не подозревал о ценности этих находок.

Рассказывают, что в 1820-х годах, когда в руки уральского рабочего попадала платина, то он едва находил возможность сбыть ее по 5 коп. за золотник. Почти единственным покупателем был какой-то Невьянец, который покупал небольшие количества для подделки платины под золото.

В 1824 г. были открыты богатейшие чисто платиновые россыпи в Гороблагодатском округе, а в 1825 г. по реке Ис и одновременно в Нижне-Тагильском районе. Вот как описывает открытие первой платиновой россыпи Н. Р. Мамышев, управляющий Гороблагодатскими заводами:

«В исходе августа-месяца 1824 г. партией, отправленной управлением Баранчинского завода, маркшейдером Волковым на речку Орулиху, или Уралиху, с нарядчиком мастеровым Андреевым (его имя равномерно заслуживает сохраниться в памяти) открыт богатый рудник платины вместе с золотом. 30 августа сей рудник был осмотрен мною и, по неоднократно повторенным пробам, важность его оказалась несомненною. Это первый платиновый рудник Старого Света. Он отстоит от Баранчинского завода к юго-западу на 12 верст, недалеко от дороги, ведущей из сего завода в Нижне-Тагильский; от Кувшинского завода в 25 верстах. Он находится среди березового и соснового леса в Некрутобереговом логу, по которому протекает вышеупомянутая речка Уралиха, впадающая в $1\frac{1}{2}$ верстах в реку Баранчу. Рудник сей простирается на 2 версты. Богатство его было от 3 до 15 золотников золотистой платины во 100 пудах песка, или около 5 золотников вообще. Местоположение его покато, но не крутое; ширина металлоносного пласта в оба берега речки на 10—15 сажен; толщина от 1 до $1\frac{1}{2}$ аршин; глубина под наносною пустой породой до $1\frac{1}{2}$ аршина».

Это описание свидетельствует о наличии в то время истинные баснословных богатств Уральских недр.

Тому же Мамышеву мы обязаны первыми попытками применить русскую платину для изделий: по его поручению и при его содействии горные инженеры А. Архипов и Г. А. Иосса и мастер Сысоев произвели в 1825—1826 гг. в лаборатории Кувшинского завода опыты очистки платины и изготовили различные изделия из платины и из сплава ее с медью.

Дальнейшие опыты аффинажа (очистки) платины производились в Петербурге в Соединенной лаборатории Департамента горных и соляных дел и Горного кадетского корпуса П. Г. Соболевским и В. В. Любарским. Эти химики разработали самостоятельно способ очистки и получения ковкой платины, подобный способу Волластона.

Однако русским ювелирам, заводчикам и публике платина была мало знакома и спроса она почти не имела. Чтобы дать

русской платине применение, в 1828 г. казна стала чеканить платиновую монету 3-, 6- и 12-рублевого достоинства. Это и было почти единственным применением платины в России до 70-х годов прошлого столетия.

Опыты очистки платины за границей и у нас привели к изучению состава сырой платины и заставили внимательно исследовать те металлы, которые сопутствуют платине при ее добыче. В зернышках сырой платины были найдены Волластоном два новых, еще не известных металла: родий и палладий (1804 и 1805 гг.), а Теннантом — осмий и иридий (1802), которые имеют общее название «спутников платины». В 1844 г. был открыт при исследовании сырой платины проф. Казанского университета Карлом Клаусом последний спутник платины — рутений¹.

Ограниченность применения платины и малый на нее спрос в особенности тогда, когда прекратилась чеканка монет (1846 г.), происходила главным образом из-за невозможности плавить платину. Обработка платины была чрезвычайно затруднительна.

Добыча платины поэтому не достигала больших размеров (см. диаграмму добычи, рис. 2 на стр. 10).

50-е и 60-е годы ознаменовались рядом блестящих работ французских химиков Сен-Клер-Девилля, Дебрэ², Стаса в области исследования платиновых металлов. Были улучшены способы очистки, и главное был изобретен способ плавить большие количества платины в пламени гремучего газа.

Применение платины после этих работ значительно расширилось, а вслед за этим цены возросли. Появившаяся возможность более выгодно сбывать платину заставила увеличить добычу ее на Урале: начиная с 80-х годов и вплоть до 1900 г. кривая добыча поднимается вверх (рис. 2).

в 1847 г. добыто на Урале	16 кг
» 1860 » » »	2 300 »
» 1880 » » »	2 950 »
» 1900 » » »	5 100 »

Параллельно с ростом добычи растут и цены на платину. На диаграмме (рис. 2) цена платины по отношению к золоту по пятилетиям изображена столбиками.

¹ Назван так в честь страны, где он был открыт: Рутения — значит, Россия.

² Значительная часть работ Сен-Клер-Девилля и Дебрэ производилась по поручению русского правительства, данному ему через акад. Якоби («Горный журнал», том II, стр. 32, 237, 400, 1861 г.).

С 1865 по 1875 г. платина ценилась в треть цены золота, но с середины 80-х годов цена начинает повышаться, сначала медленно, а затем быстрее и быстрее:

1885—1890 гг. она составляла	0,44	цены золота
1890—1895 » » »	0,56	» »
1895—1900 » » »	0,69	» »
1900—1905 » » »	0,94	» »

т. е. почти сравнилась с ценой золота.

В 1905—1910 гг. она составляла 1,26 цены золота.

По добыче платины Россия быстро стала на первое место среди других стран. Перед мировой войной 1914—1918 гг. платина добывалась в России—на Урале, в Южной Америке—в Колумбии и Бразилии, в Северной Америке—в Канаде и САСШ, на островах Борнео и Тасмании. Из всех стран Россия производила 93—95% мировой добычи, на долю Колумбии приходилось 4—6% и на долю остальных стран около 1%.

За 25 лет с 1887 по 1913 г. в России добыто 130 000 кг платины, а всего с 1822 г. по начало войны свыше 400 000 кг.

Но, несмотря на такое исключительное положение России по добыче платины, действительным хозяином платинового дела в царской России был иностранный, главным образом английский и французский, капитал. В России не было крупных платиноочистительных (аффинажных)

заводов, почти вся платина шла в сыром виде за границу, где иностранные аффинеры диктовали свои цены. К 1913 г. 92% всех капиталов, вложенных в уральское платиновое дело, принадлежало иностранцам.

Период 1867—1913 гг. представляет собою историю постепенного закабаления русской платиновой промышленности иностранцами и хищнического выкачивания природного богатства. За этот период добыто на Урале около 224 т платины, за которую, по приблизительному подсчету, Россия получила лишь 200 т золота.

Еще в 1910 г. при Горном департаменте Министерства торговли и промышленности было созвано совещание по вопросу об аффинаже сырой платины под председательством проф. Н. С. Курнакова. Совещание разработало ряд

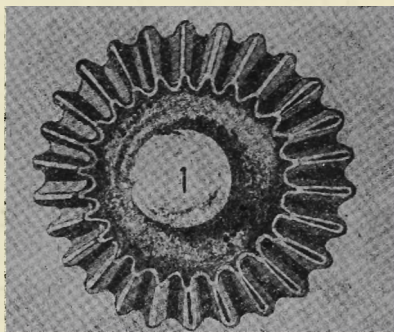


Рис. 1. Шестерня из русской платины; отлита в 1859 г. Сен-Клер-Девиллем, Дебрэ и Якоби.

мероприятий для того, чтобы русская платина очищалась в России. Но по настоянию германского посла работы совещания были прекращены, как идущие в разрез с русско-германским договором, по которому Россия не могла запретить вывоз сырья.

В 1913 г. срок русско-германского договора истек, и русское правительство издало 20 декабря 1913 г. закон (правда весьма легко обходимый) о вывозных пошлинах и на сырую платину. Через год, когда началась мировая война, вывоз сырой платины за границу частным лицам был запрещен.

В том же 1914 г. была разрешена постройка большого частного аффинажного завода в Екатеринбурге.

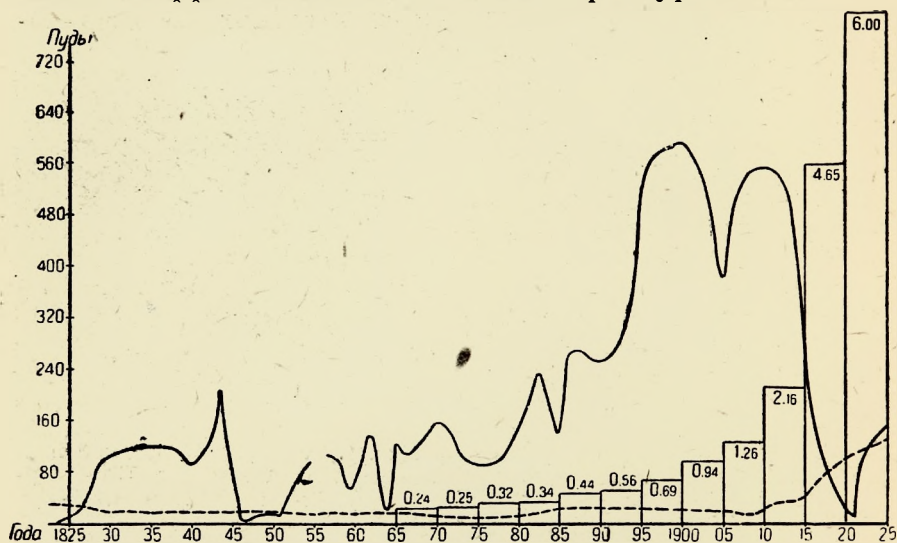


Рис. 2. Диаграмма добычи платины на Урале (черная кривая) и вне СССР (пунктир). Столбиками обозначена цена платины по отношению к золоту.

В 1915—1917 гг. аффинажный завод Николае-Павдинского акционерного общества был построен.

Октябрьская революция 1917 г. разом освободила русскую платиновую промышленность от иностранной зависимости и сделала ее народным достоянием. В 1918 г. прииски и завод были национализированы.

Но гражданская война, захватившая Урал, и общая разруха в первые годы революции временно расстроили добычу платины и в 1921 г. довели ее до 272 кг.

Сокращение добычи платины в России и в связи с этим острый недостаток платины на мировом рынке вызвал в миро-

вой платиновой промышленности перелом, поведший в дальнейшем к полному перевороту. С 1915 г. и по сие время мы наблюдаем усиленные поиски в разных странах источников платины и новых способов добычи, дающих более полное извлечение из руд, использующих бедные руды, а также руды, ранее не перерабатывавшиеся. Колумбия, в которой до мировой войны добывалось всего 300—400 кг в год, довела свою добычу до 2 000 и более кг. При этом техника добычи значительно изменилась: были использованы мощные драги, и широко применен гидравлический способ промывки россыпей. В Канаде и САСШ добыча платины и платиновых металлов из медно-никелевых руд была значительно увеличена до 450 кг в 1920 г., в то время как в 1913 г. было добыто всего 32 кг. Увеличилась также добыча в Японии, Испании, Тагмании и других странах. Наконец надо отметить открытие и добычу платины в коренных породах Южной Африки.

Несмотря однако на значительное увеличение добычи платины вне СССР (пунктирная линия на рис. 2), мировая добыча все же ниже довоенной. К этому надо прибавить, что техническое применение платины и ее спутников значительно расширилось. Война дала толчок к небывалому развитию химической, электротехнической и авиационной промышленности, которая поглощает значительное количество платины.

Изменение техники добычи и расширение потребления не могли не отозваться на переработке: аффинажные заводы Европы и Америки значительно улучшили способы очистки и дают металлы в весьма чистом состоянии; плавка платины ведется на американских заводах в электрических печах.

Начиная с 1922 г., по окончании гражданской войны, наша уральская платиновая промышленность начала восстанавливаться. Но выступая вновь на мировой платиновый рынок, СССР не только должен был восстанавливать прежнюю добычу, но и переорганизовывать ее на новых началах соответственно уровню мировой техники.

По количеству добытого металла платинопромышленность быстро пошла вверх (рис. 2).

Но главные успехи платиновой промышленности СССР за последние годы не в количестве, а в качестве. Разработка месторождений ведется по известному плану, применяются более совершенные машины и улавливающие аппараты, устанавливаются новые драги. Аффинажный завод расширен и аффинирует всю добываемую платину. В настоящее время он вырабатывает не только платину, но выпускает палладий, иридий, родий, осмий и рутений весьма высокого качества.

Вся история платины показывает, какую важную роль играла в ней исследовательская работа. События последнего

периода показали, что без организованной научно-исследовательской работы промышленность обойтись не может. При Академии наук в Ленинграде в 1918 г. был учрежден Институт по изучению платины и других благородных металлов (или Платиновый институт). Задачей института поставлено изучение химии платиновых металлов, их сплавов и технических задач, связанных с добычей, аффинажем и применением платины и ее спутников. Первым директором этого института был известный ученый Л. А. Чугаев, а после его смерти (1922) состоит акад. Н. С. Курнаков. Институт разработал методику анализа сырой платины и целый ряд методов аффинажа платины и ее спутников, которые большей частью и были применены Государственным аффинажным заводом.

Параллельно с Платиновым институтом исследовательскую работу вела Научно-испытательная лаборатория Государственного аффинажного завода¹ под руководством Н. Н. Барабашкина, которая также достигла значительных результатов по постановке аффинажа в промышленном масштабе.

Работы по исследованию месторождений платины и их геологии ведутся Геологическим управлением, а по механическому обогащению руд—в институте «Механобр» в Ленинграде.

Благодаря организованной работе, основанной на научных данных, платиновое дело достигло значительных успехов. Новый хозяин—пролетариат нашего Союза—сумел преодолеть и последнее препятствие — последствия вредительского, обнаруженного в 1929 г. в золотоплатиновой промышленности.

В настоящее время СССР снова занимает первое место по добыче платины, и кроме того выступает на внешнем рынке не с сырой платиной, а с готовыми к употреблению очищенными металлами.

Добыча сырой платины и ее спутников в разных странах в 1926 г.

СССР	— 2883 кг или 64%
Колумбия	— 1430 » » 32%
Прочие страны	— 128 » » 4%
<hr/>	
Итого . . .	4 441 кг или 100%

¹ Ныне Уральское отделение Государственного института цветных металлов.

Месторождения платины

Как было уже сказано, сырая платина не представляет собой чистой платины. Это песок, состоящий из зернышек разной величины, серого, серебристого и темного цвета; некоторые из них овальной формы, другие — кристаллики кубической формы и сростки кристалликов. Изредка встречаются самородки более крупных размеров, и очень редко находились самородки весом в 9—10 кг.



По своему химическому строению сырая платина — сплав различных металлов. Состав нескольких образцов сырой уральской платины в процентах дан на следующей таблице.

Рис. 3. Самородок платины, найденный на Урале в 1925 г. Вес его 5 кг.

Состав 4 образцов сырой уральской платины

	1	2	3	4
Платины	72,61	81,72	73,42	78,92
Родия	3,10	2,44	2,30	2,57
Иридия	1,14	1,81	1,12	3,57
Палладия	0,23	0,30	0,15	0,24
Меди	1,32	0,95	2,01	0,25
Железа	17,13	10,94	15,88	11,52
Осмистого иридия и породы .	3,53	1,04	2,62	1,09

Примесь железа в количестве более 15% делает платину магнитной: она притягивается магнитом и сама действует на магнитную стрелку. В приведенной таблице образцы 1 и 3 — магнитны, 2 и 4 — немагнитны.

Эта сырая платина извлекается из месторождений способами, которые описаны ниже. Месторождения платины в СССР находятся на северном и среднем Урале, в районах Верхотурском, Чердынском, Свердловском, Сысертском, районах по Туре, Ис, Вые, Насьме, Шайтанке, Мартьяну, Тагилу, Висиму, Сисиму, Чауше, Бобровке, Гусевке, Сольве,

Омутной и др. Большинство месторождений платины относятся к так называемым россыпям, т. е. речным наносам и пескам, в которых содержится в незначительном количестве сырая платина. Кроме россыпей известны коренные месторождения, где платина находится в твердой коренной породе. Поясним это подробнее.

Когда-то давным-давно, много сотен тысяч лет тому назад, Урал не представлял собой пологих, покрытых лесом холмов. Это были высокие крутые горы вроде наших Кавказских гор. Подземные силы еще не перестали там действовать, и из глубинных слоев земли по временам прорывалась расплавленная масса — магма; она приподнимала и раздвигала

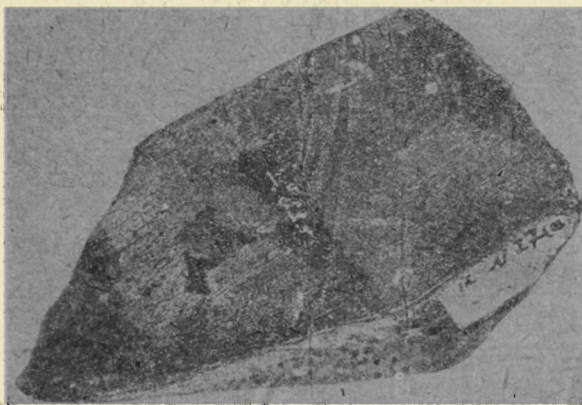


Рис. 4. Платина из коренного месторождения. Серая масса — оливан, черная — хромит, белые зернышки — платина.

более рыхлые наружные слои земли и образовывала под ними большие скопления. В течение очень долгого времени магма медленно застывала и наконец застыла, превратившись в твердую массу кристаллического строения. Среди различных веществ, находившихся в расплавленной магме, была платина. Когда

магма застыла, то платина выделилась в виде мелких зернышек, вкрапленных в толщу твердой застывшей массы, обычно вместе с зернами хромистого железняка (рис. 4).

Платина таким образом металл глубинного происхождения, в качестве редкого гостя пришедший на поверхность вместе с изверженными дунитовыми и пироксенитовыми породами и хромистым железняком.

Прошло много лет, и горные породы, покрывавшие массивы изверженной породы, были разрушены под воздействием ветра, воды, тепла и холода, и они обнажились. Горы Денежкин камень, Косвинский камень, гора Качканар, Тилай, Конжаковский камень, Сосновый бор, Соловьева гора, Синие Горы и др. — это обнажившиеся массивы коренных пород, содержащих платину. В некоторых участках в толще этих пород встречаются места, где платины много, 0,5—15 г и

более на тонну. Тогда оказывается выгодным добывать платину из коренных месторождений. Обычно же в толще массивов платина настолько рассеяна, что пришлось бы истолочь целые горы, чтобы добыть сколько-нибудь заметное количество металла. По счастью сама природа помогла человеку в этом: под влиянием мороза, летней жары, ветров и главным образом воды коренные породы потрескались, разрыхлились, были размыты и превратились в песок, глину. Вода от дождей и тающих снегов унесла с собой обломки разрушившейся породы, а затем под горой, где течение становилось медленнее, из нее осаждались наиболее тяжелые частицы и в том числе платина. Более легкие частицы уносились дальше. Таким образом по долинам горных ручьев и рек скопились пески, богатые платиной. Некоторые из этих ручьев и рек пересохли или изменили течение, другие текут и поныне и продолжают наносить содержащий платину песок. Такие месторождения, где металл содержится в рыхлой наносной породе, называются россыпями. Из россыпей добывается большая часть уральской платины.

Строение россыпи таково (рис. 5). Внизу «плотик», или «постель», — каменная порода, на которой залегает россыпь: это бывшее дно реки или ручья, отложившего нанос. На постели,

или плотике, располагаются «пески», т. е. рыхлая порода, содержащая благородный металл. Часто эти «пески» вовсе не состоят из песчаной породы и большей частью глинисты.

Мощность (толщина слоя) песков различна, обычно 0,5—1 и 2 м. Поверх песков располагается порода, не содержащая платины или очень бедная ею, «турфы», или «торфы». Иногда поверх песков течет река или ручей. Тогда пески приходится для обработки доставать с речного дна.

По величине россыпи могут быть весьма значительными, например по р. Туре они тянутся на 86 км, по Иссу — на 55 км, по Вые — на 50, по Мартьяну — на 32 км. Многие россыпи очень невелики и тянутся всего на несколько километров.



Рис. 5. Разрез россыпи.

Добыча платины

Прежде, чем приступить к добыче, необходимо произвести тщательную разведку россыпи — определить содержание платины в различных ее местах и точно узнать ее границы. Разведка производится или бурением, или шурфами, а чаще обоими способами одновременно.

На рис. 6 изображена разведочная работа посредством «невьянского бора», которым проходят скважину довольно



Рис. 6. Невьянский бур.

большого диаметра (до $\frac{1}{4}$ м) в рыхлой породе россыпи. Шурфами называются, колодцы, или глубокие ямы. С каждой четверти метра (или чаще) порода из скважины или шурфа отбрасывается в отдельную кучу, и затем в ней определяется содержание платины. Содержание металла в породе выражается обычно числом г на 1 т породы.

Разведав россыпь, приступают далее к «вскрышке торфов». Торфы освобождают от деревьев и пней, срывают и отвозят в сторону. Если слой торфов толст, то его не вскрывают, а ведут подземную работу, вынимая пески через небольшие

шахты и штольни. Затем пески на тачках или вагонетках, или иным способом, доставляют на промывное устройство.

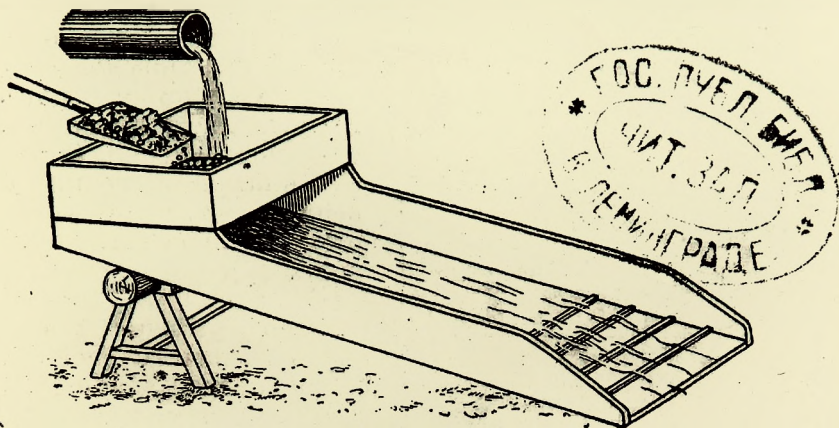


Рис. 7. Вашгерд.

Самый простой промывной станок—«вашгерд» представлен на рис. 7 и 8; породу загружают в ящик сверху, туда же

наливают ковшом или накачивают насосом или иным путем пропускают воду. В дне ящика (грохоте), обыкновенно железном, проделаны отверстия, сквозь которые проходит вода вместе с песком, глиной и мелкой породой. Крупные камни остаются на грохоте и выбрасываются вон. Работающие на промывке «пехлом»—особого рода лопаточка—растирают породу на грохоте и ускоряют размывание ее водой. Мелкая порода, провалившись вниз, поступает в деревянный желоб. На дне желоба сделаны невысокие перегородки, и кроме того оно



Рис. 8. Работа на вашгерде. Старатели на Урале.

покрывается цыновками или кокосовыми матами, или толстой шерстяной материей. Вода сносит вниз всю легкую

породу, а платина и золото, как более тяжелые, оседают на матах и задерживаются около перегородок. По окончании дневной работы маты



Рис. 9 . Шлюз.

вместе с застрявшим на них металлом, тяжелой породой — хромистым железняком (шлихами) снимаются со станка и «споласкиваются»; платина тщательно «доводится», т. е. отмывается от примеси песка, глины и шлихов.

На таком старательском вашгерде можно промыть лишь незначительное количество песков (около 800 кг в смену) и получить поэтому небольшое количество благородного металла. На таких станках до сих пор работают кустари — «старатели», обычно на артельных началах. Свою добычу они должны сдавать по

определенной цене в государственную казну.

Для промывки больших количеств песков на россыпях устанавливают более мощные устройства: шлюзы с грохо-

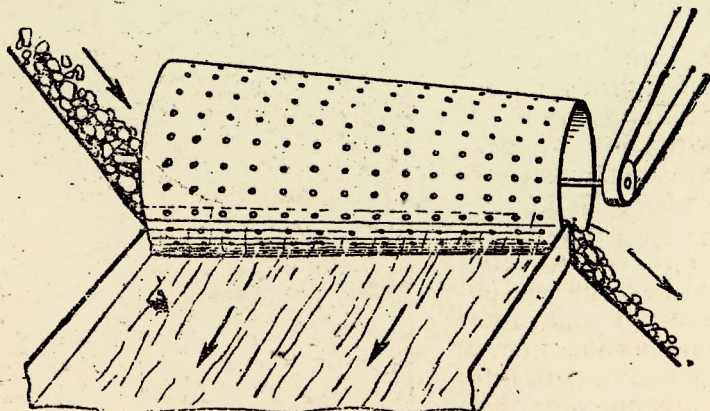


Рис. 10. Схематический чертеж бочки.

тами (рис. 9), «бочками» или «чашами». Шлюз — это тот же вашгерд, т. е. деревянный наклонный жолоб, но значительно

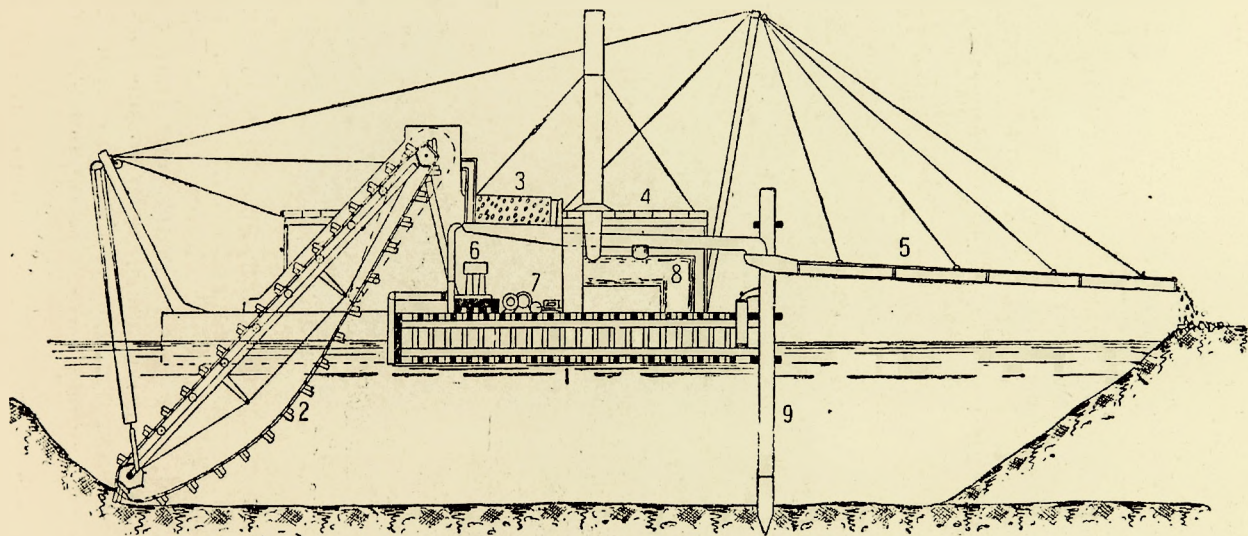


Рис. 11. Драга—схематический чертеж.

1 — понтон, 2 — черпачная цепь, 3 — бочка, 4 — шлюз, 5 — элеватор для сбрасывания породы, 6 — насос для подачи воды в бочку и шлюз, 7 — лебедка, 8 — двигатель, 9 — свая.

удлиненный: его длина равна 4—15 и более м. Для задержки металла на его дно настилают сукно, цыновки или кокосовые маты и накладывают «трафаретки». Для измельчения промывной породы и отделения крупных камней «в голове» шлюза ставят грохоты, т. е. ящики с железными дырчатыми днищами, куда засыпают породу и льют воду. Разбивание комьев и протираание породы сквозь грохот происходит вручную, деревянными «пехлами». Другие приспособления: «бочки», «чаши», «боронки», позволяют обходиться без ручной разбивки комьев и делают это механически. «Бочки» (рис. 10) это длинный железный цилиндр с дырчатыми стенками. Бочка вращается на слегка наклоненной оси, по-

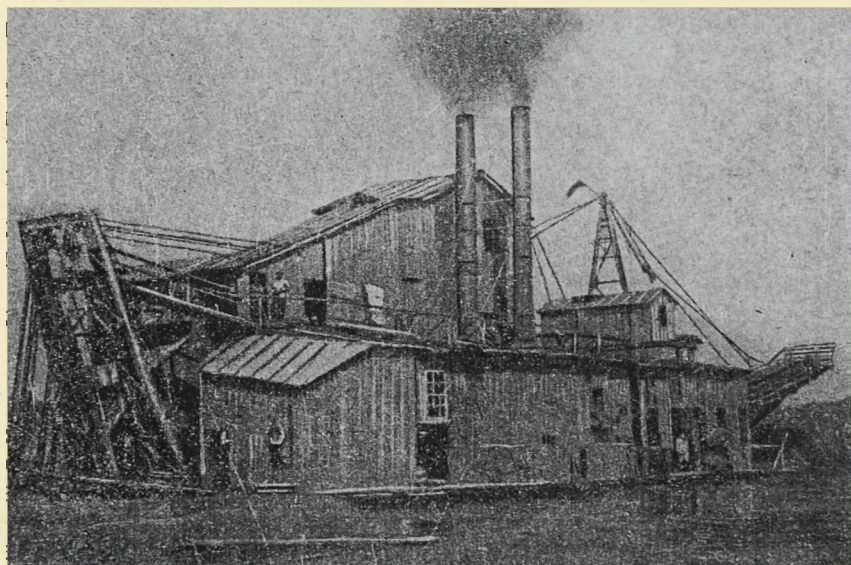


Рис. 12. Общий вид паровой драги.

рода и вода поступают внутрь бочки, мелкая порода и галька вместе с водой проваливаются сквозь отверстия в бочке и попадают на шлюз, крупные камни остаются внутри бочки и потом вываливаются с другой стороны (как показано на рис. 11). Разбивание комьев достигается вращением бочки, причем комья переваливаются внутри нее, постепенно перемещаясь вдоль ее оси, пока не будут размельчены и размыты водой.

«Боронка» — это тот же грохот в виде корыта, над которым качаются песты, протирая сквозь него глину и песок. Ее

действие напоминает протирку творога через решето. «Чаша» — круглый грохот, над которым вращаются песты вокруг вертикальной оси. Боронки и чаши применяются при промывке «месниковатых», т. е. глинистых, липких пород.

Производительность шлюзов с грохотами, бочками или чашами 250—1 300 м³ в смену. Но все эти устройства имеют

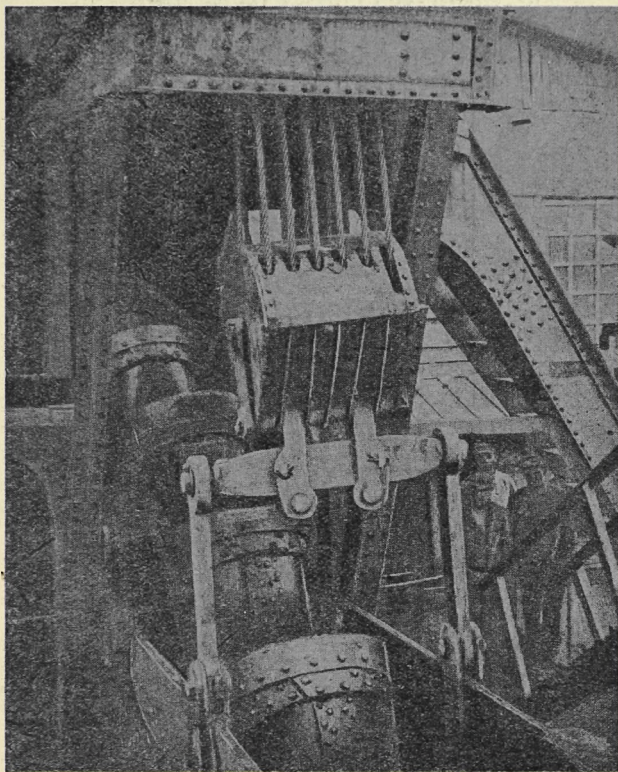


Рис. 13. Черпачная цепь драги.

один и тот же недостаток: пески к ним нужно подвозить на лошадях, в тачках или вагонетками. Это требует много рабочей силы, а в случаях болотистого грунта очень затруднительно. Потому теперь все более и более входит в употребление машинный, дражный способ разработки россыпей. Теперь более половины уральской платины добывается драгами. «Драга» (рис. 11, 12, 13,) представляет собой пловучую землечерпательную паровую или электрическую машину, предназначенную одновременно для добычи платино-

содержащих песков, промывки их и удаления отработанной породы. При таком способе разработки на долю мускульной силы не остается ничего, кроме «сполоски матов» и «доводки» платины.

Главные части драги: 1) понтон, 2) станина и черпающая цепь, 3) промывное устройство, 4) двигатель, 5) элеватор для удаления пустой породы (рис. 12). В том месте, где начинают работу драгой, устраивают водоем (путем запруды или углубления русла реки, рытья котлована и т. п.). В котловане устанавливают драгу. Во время работы драга все время

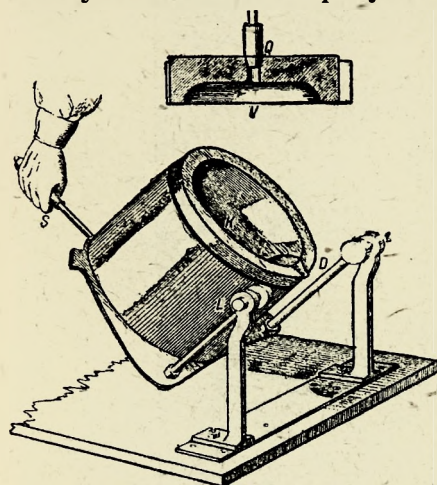


Рис. 14. Печь Сен-Клер-Девилля для плавки платины.

передвигается, для чего ее все время подтягивают на канатах, закрепленных на берегу. Иногда драга устраивается на двух сваях, и тогда передвижение драги достигается поочередной перестановкой свай. По мере работы драги одна сторона котлована подрывается ею, а другая, позади драги, заваливается пустой породой, и таким образом котлован так же передвигается вместе с драгой вдоль россыпи.

Драга зачерпывает своими ковшами пески вдоль одного из краев котлована. Ковши разгружаются, перевортываясь и высыпая породу в бочку. Туда же поступает вода, накачиваемая насосами.

Промывное устройство состоит обычно из бочки и шлюзов, на которых улавливается платина. После шлюзов ставятся еще уловители «джиги», которые задерживают платину, не задержавшуюся на шлюзах. Шлюзы заделаны решетками и заперты. Раз в сутки в присутствии контролера шлюзы открывают, снимают мат, споласкивают их и «доводят». Эта «доводка», или окончательная промывка, производится на маленьком шлюзе, имеющемся тут же на драге.

Сзади у драги устроен элеватор для откидывания камней и крупной породы из бочки.

Двигатель драги может быть паровой, дизель или электрический. Большинство драг на Урале двигаются паром, есть также несколько новых электрических драг.

Преимущества дражного способа разработки россыпей ясны: здесь имеется возможность значительно сэкономить

рабочую силу, а также возможно быстро перерабатывать очень большие количества песков. Команда драги состоит всего из 7—9 чел. в смену. Производительность их равна в среднем 60—90 м³ породы в час. Глубина зачерпывания 6—8 м.

Благодаря экономичности работы драгой выгодно работать при очень бедном содержании платины в песках, в то время как ручным способом работать невыгодно. Кроме того драги забирают подряд все пески россыпи, включая и ее края, обычно более бедные металлом. При ручной же работе часто случается, что выбирают самые богатые части месторождения: «снимают сливки». Остальная же часть россыпи этим обесценивается.

Драги могут применяться всегда, когда имеется достаточно воды, чтобы заполнить бассейн, в котором им предстоит работать. Нельзя вести разработку драгами слишком глубоких россыпей и россыпей с гнездовым залеганием платины, когда платина забивается в «карманы» твердой породы «плотика». Крупные валуны и камни сильно затрудняют работу драг. При работе драгами вскрышка торфов является лишней, так как драга вычерпывает весь слой песков и торфов, лежащий на «плотике».

Так разрабатываются россыпи.

Коренные месторождения на Урале только лишь начинают разрабатываться, их эксплуатация в крупнопромышленном объеме — дело будущего. В Южной Африке (Трансвааль) добыча платины из коренных месторождений поставлена на широкую ногу.

Для получения платины, заключающейся в твердой каменной породе коренных месторождений, нужно прежде всего извлечь руду. Это делается обычными способами: подземными или открытыми работами, смотря по тому, на какой глубине находится руда. Добытую породу (руду) из шахты (или карьера) везут на дробильную фабрику, где камнедробилки и мельницы измельчают ее в мелкий порошок. Заключающаяся в руде платина при этом освобождается, и теперь ее нужно отделить от пустой породы промывкой. Для этого измельченную руду пускают на шлюза и обогатительные столы, где током воды тяжелая платина отмывается от более легкой породы.

Однако извлечь таким способом всю платину из породы нельзя, очень мелкие и листоватые частицы платины уносятся водой вместе с породой. Для более полного извлечения платины из руд в Трансваале применяются химические способы: хлоринация (обработка хлором) и амальгамация (обработка ртутью). Применение этих способов у нас еще ждет своей очереди.

Аффинаж платины

Добытая на приисках сырая платина отправляется в управления платинопромышленных районов, а оттуда доставляется в Свердловск на Государственный аффинажный завод для переработки. Переработка сырой платины на аффинажном заводе имеет целью извлечь и получить в чистом виде все ценные металлы, заключающиеся в сырой платине: платину, иридий, родий, палладий, осмий и рутений.

До революции большая часть добываемой в царской России платины вывозилась в сыром виде за границу. Там ее аффинировали и превращали в изделия. Русским лабораториям и заводам подчас приходилось выписывать из-за границы изделия из русской платины. Главными импортерами нашей платины были Франция, Германия и Англия. За время с 1887 по 1913 г. в России добыто 128 200 кг сырой платины, из которых вывезено 105 900 кг, или 82%. Остальные 23 300 кг проработаны на Тетнелевском химическом заводе и других мелких аффинажных заведениях, причем из сырой платины извлекалась только платина, а спутники платины не извлекались. Эти весьма ценные металлы в неразделенном состоянии, в виде так называемых «платиновых остатков» скапливались на заводах и за бесценок продавались заграничным аффинерам, которые, надо думать, извлекали из этого немалый доход.

Советское правительство запретило продажу сырой платины и ввело монополию аффинажа платины. Никто не имеет права продавать сырую платину. Вся платина, добываемая в СССР, аффинируется на Государственном аффинажном заводе и вывозится только в чистом состоянии, готовом к употреблению. Спутники так же получают в чистом виде.

Аффинаж платины состоит в главных чертах из следующих операций. От сырой платины, поступающей на завод, прежде всего отбирается проба, которая подвергается химическому анализу в контрольной лаборатории. Точно определяется, сколько она содержит чистой платины, иридия, родия и пр. Затем партию сырой платины загружают в большие (емкостью 30 л) фарфоровые котлы и туда же вливают «царскую водку» (смесь соляной и азотной кислот). Котлы помещают в воздушную баню, где они обогреваются горячим воздухом. Царская водка при нагревании растворяет сырую платину, нерастворенным остается только песок и осмистый иридий — черный осадок, состоящий из кристалликов соединения осмия и иридия. Раствор сливают в другие котлы и выпаривают. Когда весь раствор выпарится, в котлах остается

бурая каша, состоящая из хлорной платины, хлорного железа и других соединений. Кашу растворяют в воде и прибавляют раствора нашатыря (хлористого аммония). Хлорная платина соединяется с нашатырем, причем получается желтый, как яичный желток, осадок «нашатырной платины». Хлорное железо, хлорный родий и другие металлы не дают с нашатырем осадка и остаются в растворе. Теперь нашатырную платину отделяют от раствора фильтрованием и тщательно промывают чистым раствором нашатыря. Раствор таким образом будет содержать железо, родий, иридий и другие спутники, а осадок состоит из чистой нашатырной платины.

Нашатырную платину помещают в глиняные горшки и ставят в печь, где постепенно просушивают и прокаливают. При нагреве до красного каления нашатырная платина разлагается: нашатырь и хлор улетучиваются, а платина в виде спекшейся серой пористой массы остается в горшках. Серая пористая платина носит название «платиновой губки», или «губчатой платины». Этот продукт уж совершенно чист, количество примесей в нем определяется из пробы, которую от него отбирают в контрольной лаборатории. Он содержит 99,7—99,8% платины и только 0,2—0,3% примесей, главным образом иридия и железа.

Здесь мы описали аффинаж платины лишь в самых кратких чертах. Операции растворения, выпаривания, осаждения и др. ведутся в особых помещениях с приспособлениями, которые позволяют быстро удалять пары едких кислот и в которых невозможны потери драгоценных металлов, даже если котел или другой сосуд лопнет. Самые операции имеют много различных подробностей, весьма важных для того, чтобы получить продукт высокого качества, но не существенных для понимания хода процесса.

Способ аффинажа платины, применяемый на заводе, впервые предложен К. Клаусом в 1857 г. и впоследствии усовершенствован Н. И. Подкопаевым и Н. Н. Барабашкиным в лаборатории Ленинградского горного института. Н. Н. Барабашкин, строивший аффинажный завод, установил этот способ на заводе в массовом масштабе.

Мы упоминали, что при получении чистой платины остается нерастворимый в царской водке остаток, состоящий из осмистого иридия и песка. Кроме того после осаждения нашатырной платины остается раствор, содержащий спутников платины — палладий, иридий, родий. Нерастворимый остаток и раствор служат источниками для получения из них чистых спутников платины. Они подвергаются сложным химическим операциям, сущность которых можно понять, лишь

изучив химию сложных «комплексных» химических соединений этих металлов.

Все способы получения чистых спутников платины разработаны в самые последние годы в Платиновом институте Академии наук СССР и Научно-испытательной лабораторией при Государственном аффинажном заводе.

Однако технические приемы отделения и получения в чистом состоянии платины и ее спутников очень сложны и не всегда достаточно хорошо и быстро ведут к цели. Поэтому необходима научная проработка их и замена некоторых из них новыми, более совершенными. Платиновый институт в настоящее время работает над усовершенствованием аффинажа и достиг в этом отношении блестящих успехов.

В результате аффинажа получают губчатая платина и иридий, родий, палладий, осмий и рутений в виде порошков или в виде спекшейся массы - «губки», подобно платине.

Губчатая платина и спутники ее идут далее в плавку.

Плавка платины

Температура плавления платины, как было уже сказано, очень высока; температура плавления спутников платины за исключением палладия еще выше:

Платина	плавится при	1755°
Палладий	»	1550°
Иридий	»	2350°
Родий	»	1970°
Осмий	»	2500°
Рутений	»	2450°

Поэтому плавить их в обычных печах, пригодных для плавки меди, серебра и т. п., нельзя.

В 1859 г. французские ученые Сен-Клер-Девилль и Дебрэ изобрели способ плавки платины, получая высокую температуру сжиганием водорода в кислороде. Эти газы, соединяясь друг с другом, при горении образуют водяной пар и выделяют большое количество тепла, концентрированное в малом объеме.

Печь Сен-Клер-Девилля и Дебрэ изображена на рис. 14. Она состоит из цилиндрической железной коробки *K*, плотно выложенной внутри, со дна и с боков кусками извести. Печь накрывается крышкой *Y*, состоящей из куска извести с выдолбленным в нем сводом и отверстием *Q*, куда вставляется горелка. Печь укрепляется на качающемся металлическом столике так, что, поднимая ручку *S*, можно наклонить печь и вылить ее содержимое через желобок *D* в форму.

Известь здесь является наилучшим материалом потому, что она из всех огнеупорных материалов имеет повидимому наименьшую теплопроводность. При толщине стенок не более 20 мм наполненная расплавленной платиной печь имеет на наружной поверхности температуру не выше 150°. Кроме того известь менее других материалов поглощает теплоту и свет и следовательно служит прекрасным материалом для отражательной печи. Наконец известь вследствие своей высокой пористости способна поглощать легкоплавкие шлаки с окислами железа, меди, кремния и т. п. Таким образом имеется возможность не только избежать загрязнений металла при плавке, но и очистить его.

Плавка платины начинается с того, что в печь загружают платину, которую думают переплавить. Если предполагают плавить губчатую платину, то ее перед загрузкой в печь прессуют. Загруженную печь покрывают крышкой и в отверстие крышки вводят зажженную горелку.

Горелка (рис. 15), состоит из двух трубок: одной диаметром около 20 мм и другой, вставленной внутрь первой, диаметром около 8 мм. По внутренней трубке поступает кислород, по наружной — водород. Скорость газов регулируется кранами таким образом, чтобы сгорание газов было полным. Опытные плавильщики делают это по звуку.

В течение нескольких минут платина, находящаяся в печи и стенки печи раскаляются добела, быстро достигая температуры около 2 000°, и металл начинает плавиться. Плавильщик наблюдает за плавкой через небольшую щель у края крышки. На глаза у него надеты темные очки, потому что свет от раскаленной печи очень ярок.

Металл сделался жидким.

Плавильщик убирает горелку, снимает крышку и наклоняет печь, чтобы вылить металл в форму. Формы делаются из пористого известняка — туфа, из трех кусков камня, как

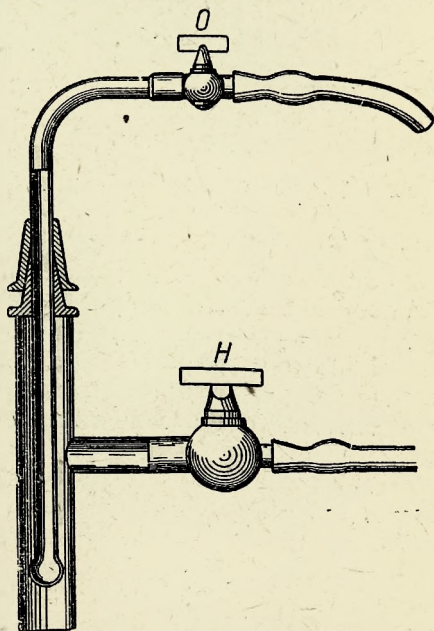


Рис. 15. Горелка для кислородо-водородного пламени.

показано на рис. 16. В печь загружают новую порцию платины и плавку продолжают.

Часто случается, что при отливке платины в форму в слитке образуются пузыри. Это происходит потому, что в жидкой расплавленной платине растворяются газы, главным образом водород, которые при застывании ее выделяются и образуют пузыри и раковины; чтобы избежать этого, перед тем, как выливать металл, в горелку пускают несколько больше кислорода. Опытный плавильщик все-таки не

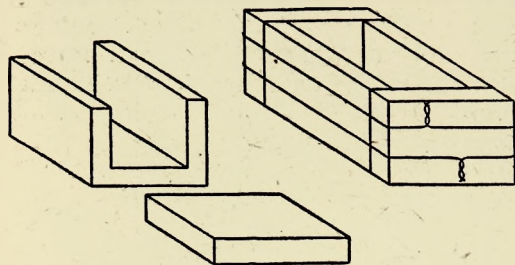


Рис. 16. Формы для отливки платины.

всегда может избежать пузыристых отливок, а мельчайшие пузырьки газа в платине при плавке ее в кислородо-водородном пламени вообще неизбежны.

В печи Сен-Клер-Девилля можно плавить иридий, родий и палладий, которые при высоких температурах не окисляются.

При плавке родия и палладия явления растворения водорода в расплавленном металле и выделения его при охлаждении настолько сильны, что всегда получаются сильно пузыристые слитки. Эта пузыристость уничтожается длительной проковкой металлов в горячем состоянии.

В последние годы плавку платины и особенно спутников платины ведут в электрических индукционных печах, позволяющих работать очень чисто и даже без доступа воздуха, получая плотные равномерные отливки.

Принцип действия этих печей основан на следующем явлении. Если какой-нибудь металлический предмет обмотать изолированной проволокой и по проволоке заставить идти электрический ток, то в момент замыкания тока в металле

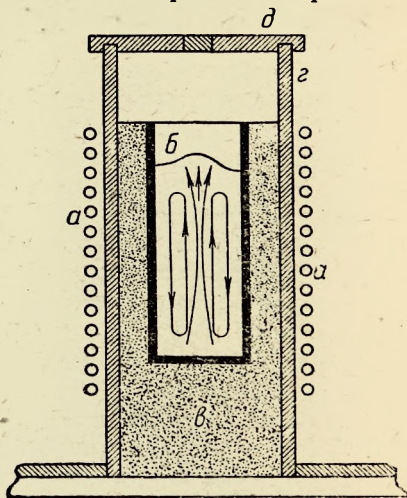


Рис. 17. Электрическая индукционная печь высокой частоты Нортрупа для плавки платины (схема).

а—спираль из медной трубки, б—тигель, в—теплоизолирующее вещество, г—кварцевый цилиндр, д—крышка.

появится под влиянием возникающего в проволоке тока «индукционные» наведенные токи. При размыкании тока в металле появляются токи в обратном направлении. Если же в обмотке сделать ток прерывистым, т. е. все время быстро его замыкать и размыкать, то в металле все время будут возбуждаться токи. При достаточной частоте перерывов и достаточной мощности тока в обмотке можно индукционные токи сделать настолько сильными, что они и а г р е ю т м е т а л л и д а ж е е г о р а с п л а в я т.

Индукционные печи высокой частоты построены как раз на этом принципе. Наиболее удачной конструкцией такой печи для плавки тугоплавких металлов надо назвать печь американского физика Нортрупа, изобретенную им в 1916 г.

Печь Нортрупа для высоких температур изображена схематически на рис. 17. Она представляет собой полый цилиндр из кварца диаметром около 10 см, на который намотано 42 оборота медной трубки (а). Внутри цилиндра засыпана сажа или жженая магнезия (в), и в нее погружен тигель (б) с тем металлом, который нужно расплавить. Через медную обмотку пропускают прерывающийся ток (от 6 до 40 тыс. перерывов в секунду). Тогда в металле возбуждаются индукционные токи, настолько сильные, что металл раскаляется и расплавляется. Тигель опускают в сажу или магнезию для избежания потери тепла, так как эти вещества плохо проводят тепло. Медный проводник обмотки сделан в виде трубки, для того чтобы через него можно было прогонять воду и тем избежать сильного нагревания его. В случае необходимости печь может быть закрыта крышкой (д), и воздух из нее удален выкачиванием. Таким способом можно избежать окисления при плавке окисляющихся металлов, а также избежать вспучивания и пузыристости металлов вследствие выделения растворенных в жидком металле газов.

Перемешивание металла в печи происходит само собой, так как индукционные токи увлекают за собой расплавленный металл и заставляют его все время перемешиваться; поверхность металла при этом бурлит, имея посредине возвышение.

В качестве источника тока для печей Нортрупа пользуются генераторами затухающих колебаний мощностью 20—30 kW, подобно тем, которые употребляются в радиотехнике. Быстрота нагревания в этой печи и ее экономичность просто поразительны: уже минут через 10—15 после включения тока температура достигает 2 000°.

Аналогичной, но более простой, конструкции печь была изготовлена для Платинового института Академии наук Электровакуумным заводом Государственного электротех-

нического треста в Ленинграде (рис. 18 и 19). Эта печь представляет собой несколько витков медной трубки, охлаждаемой водой и укрепленной на мраморном столике (рис. 18). Внутри медной спирали опускается тигель с металлом, который предполагается плавить. Генератор тока высокой частоты, регулируемый особым прибором с дзюма раздвигающимися медными спиралями, укрепленными на раздвижных рамах (рис. 19), питает печь.

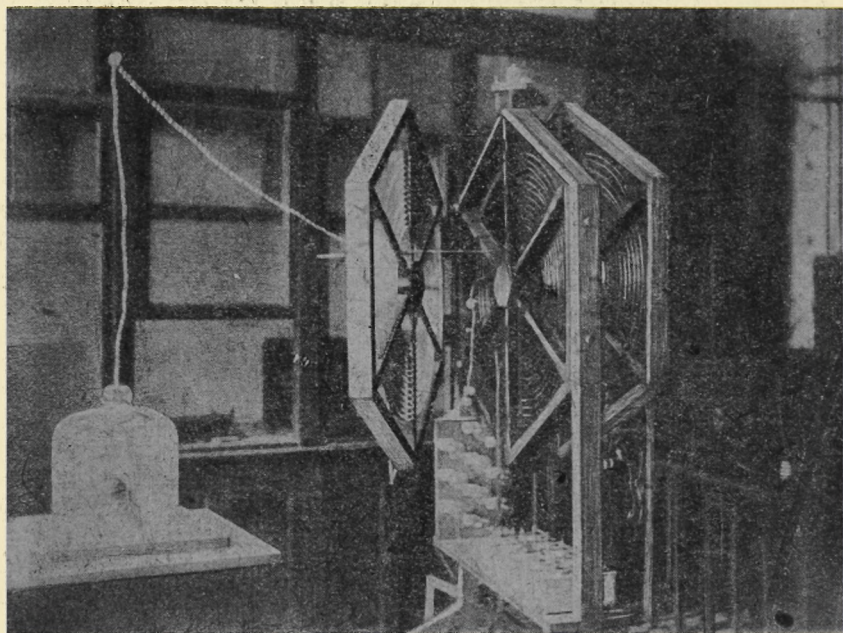


Рис. 18. Электрическая индукционная печь в Платиновом институте Академии наук СССР.

Слева под колпаком печь, посередине прибор для регулирования температуры, справа трансформатор.

Слитки по выходе из плавки должны быть прокованы. На нашем аффинажном заводе ковку платиновых слитков проделывают посредством небольшого электрического молота. Затем из каждого слитка высверливают пробу, которая подвергается химическому анализу в контрольной лаборатории, слитки клеймятся и идут для изготовления изделий.

У нас изделия из платины готовятся главным образом на Московском платиновом заводе.

Изготовление из платины различных изделий

Дальнейшая обработка платины и приготовление из нее изделий не представляет собой ничего особенного в сравнении с серебром, золотом и другими ковкими металлами.

Опишем вкратце, как делают из платины проволоку. Прежде всего выковывают из платины длинный стержень.

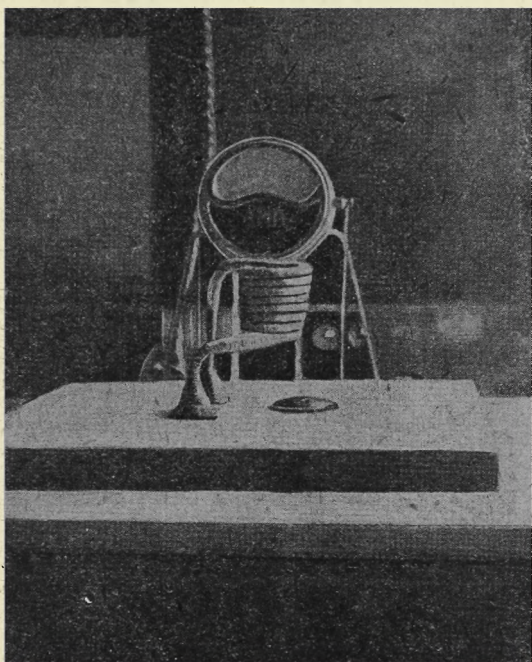


Рис. 19. Та же печь — отдельно, без колпака.

Полученный из-под молота круглый длинный стержень пропускают между рифлеными валами (рис. 20). Сперва пропускают через широкое отверстие («ручьи»), а потом постепенно через более и более узкие. Получается толстая проволока, которая далее, чтобы сделаться тоньше, протягивается через волочильную доску.

Волочильная доска (рис. 21) — это толстая стальная пластина с отверстиями разного диаметра, от 10 до 0,5 мм. Отверстия круглые, с одной стороны доски шире, с другой уже, так что проволока, пройдя сквозь такое отверстие, делается немного тоньше. Пропуская последовательно через все более и более узкие отверстия, можно приготовить про-

волоку любой толщины от 0,5 мм диаметром. Для изготовления проволоки тоньше 0,5 мм протягивают ее через отверстия, сделанные не в стальной пластинке, а в алмазах или рубинах, вставленных в металлическую оправу.

Волочение, т. е. протягивание проволоки сквозь отверстия в доске, производится на волочильных станках, где конец проволоки, продетый сквозь отверстие, зажимается особым зажимом и затем с силой протягивается и наматывается на ворот. Готовая проволока наматывается на катушки.

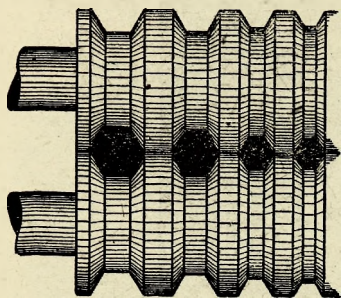


Рис. 20. Вальцы с ручьями для прокатки проволоки.

В таком виде проволока идет в продажу, или из нее ткнут сетку на ткацком станке.

Для изготовления пластины или листовой платины, пропускают слиток между валами цилиндрической формы и гладко отполированными. Сперва расстояние между валами делается большое, и затем по мере утончения бланки все уже и уже, пока не получится лист должной толщины.

Таким способом изготавливается пластина и фольга.

Из пластины далее на токарном станке «давят» тигли, чашки, конусы и другие предметы круглой формы. Опишем для примера производство тигля. Прежде всего точится

на токарном станке патрон, или форма, имеющая снаружи такую форму, какой должен быть тигель (патрон может быть деревянный или металлический). Затем вырезается из платиновой пластинки кружок и зажимается в токарный

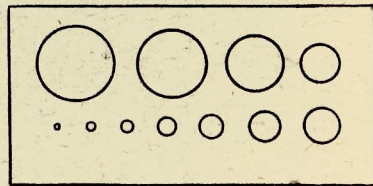
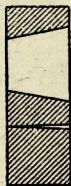


Рис. 21. Волочильная доска.

станок вместе с патроном, как показано на рис. 22. Токарь приводит станок во вращение и прижимает пластинку к патрону «давилъником». Пластишка вследствие своей мягкости принимает нужную форму. Давильник — это стальной стержень с закругленным концом и с ручкой, как у стамески (рис. 23). На одном и том же патроне можно выдавить очень много совершенно одинаковых предметов.

От токаря платиновая посуда и другие предметы и части, выдавленные на станке, поступают в монтировочное отделение.

Здесь тиглям и чашкам обрезают края и делают носики. Это делается ударами молоточка по краю тигля или чашки, положенному на закругленный край наковальни.

В монтировочном же отделении производятся и другие мелкие работы по платине.

За верстаками особой формы с глубокими вырезами сидят мастера-монтировщики. К верстакам приделаны кожаные фартуки так, что мелкие обрезки и опилки платины не могут упасть на пол.

Платина при механической обработке делается из мягкой и гибкой упругой и жесткой, т. е. принимает наклеп. Чтобы снять наклеп, платину необходимо нагреть. При производстве проволоки и изделий платину несколько раз подвергают нагреву для снятия наклепа.

Посмотрим, что делается в монтировочной Московского платинового завода.

Маленьким молоточком набивает один мастер кусок платиновой пластинки на болванку и придает ей форму лодочки. Это делаются «лодочки для сжигания», необходимые для химических анализов органических веществ. Другой мастер приклепывает длинные ножки к конусообразным электродам для электроанализа; третий — из сетки и проволоки мастерит сетчатый электрод Винклера, четвертый — приклепывает ушко к стаканчику для калориметрической бомбы Крекера, служащей для испытания топлива.

В другом конце монтировочной мастерской стоят шлифовальные станки, на которых наждачной бумагой, пемзой

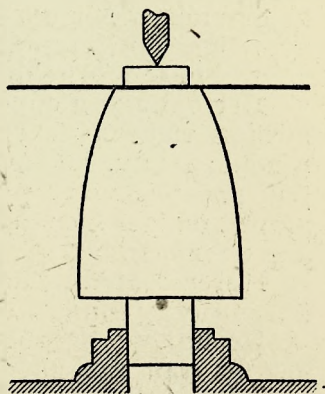


Рис. 22. Патрон и платиновая пластинка, приготовленные для «давки» тигля.

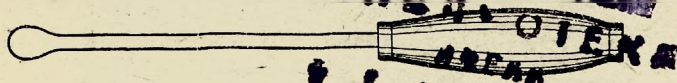


Рис. 23. Давильник.

и быстро вращающимися щетками шлифуются готовые платиновые предметы.

Наконец здесь же находятся верстаки, такие же, как у монтировщиков, где полировщики полируют изделия для придания блестящей гладкой поверхности уже шлифованным предметам. Работа полировщика состоит в том, что он проводит воронилом по поверхности металла. Воро-

нило — это кусок сильно закаленной стали с округлой гладкой поверхностью, насаженный на длинный стержень с ручкой. Когда полировщик ведет воронило по поверхности мягкого металла, то оно оставляет за собой гладкую блестящую полосу. Нанося одну около другой такие полосы, подобно тому, как гладят утюгом белье, всю полируемую поверхность делают блестящей. Работа полировщика требует большой внимательности и напряжения, чтобы получить хорошо отполированную поверхность.

Все опилки и обрезки с верстаков и фартуков в монтажной тщательно сметаются и по накоплении опять идут в переплавку. Наждачная бумага, осадок из воды, в которой рабочие моют руки, сор с пола, тряпки и пр. — все это высушивается, сжигается, а из золы впоследствии добывается платина.

Потери драгоценного металла таким образом сведены к минимуму и ничтожны.

Но кроме непреднамеренных потерь возможны так же злостная утайка и хищения. Необходим точный учет выдаваемого и получаемого металла и контроль.

На Московском платиновом заводе дело поставлено таким образом: благородные металлы хранятся в хранилище, откуда выдаются для работы мастерам по весу под расписку. По выполнении работы мастер должен сдать металл обратно в виде изделий, полуфабриката и остатков, обрезков и сходов также по весу. Перед сдачей платина должна им быть представлена в лабораторию завода, где удостоверяют, действительно ли это платина. Сходы и опилки очищаются там от примесей и грязи. В лаборатории завода анализируются все благородные металлы, поступающие на завод, а также и после обработки, могущей изменить их состав. Так губчатая платина, слитки платины, припой и пр. непременно проходят лабораторию.

Применение платины. Платина в химической лаборатории

Применение платины, как мы уже упоминали, расширялось по мере того, как узнавали ее свойства. Вначале ей не находили другого употребления, как подделывать золото, а у нас на Урале стреляли зернами сырой платины вместо дроби. Но с течением времени знание увеличило ценность этого металла, и он стал незаменимым материалом для многих целей.

Прежде всего нужно отметить значение платины в химической лаборатории. «Без платины, — писал знаменитый химик Либих в своих «Химических письмах», — было бы не-

возможно во многих случаях сделать анализ минерала состав большинства минералов остался бы неизвестным».

Действительно в аналитических лабораториях платиновые тигли являются совершенной необходимостью.

Существует целый ряд веществ, на которые не действуют вода и кислоты, например стекло, фарфор, природные силикаты, песок, глина, барит, цемент и мн. др. Для производства анализа этих веществ их все же необходимо перевести в раствор. Это делается путем сплавления этих веществ с содой при температуре паяльной горелки в платиновом тигле. Никакой другой металл не выдерживает высокой температуры, не окисляясь и не разъедаясь расплавленной содой. После сплавления с содой можно вещество растворить в кислоте и проделать его анализ.

Все анализы минералов, в огромном большинстве случаев содержащих силикаты, делаются таким способом при помощи платиновых тиглей.

Разложение силикатов плавиковой кислотой также не может быть произведено ни в какой другой посуде, кроме платиновой. Плавиковая кислота — настолько сильно действующее вещество, что стекло и фарфор разъедаются ею даже на холоду, а при разложении силикатов приходится выпаривать эту кислоту. Платина совершенно равнодушна не только к растворам плавиковой кислоты, но и к ее парам, и потому для работы с нею всегда применяются платиновые чашки.

Платина благодаря неизменяемости при действии влаги и воздуха служит превосходным материалом для изготовления мелких разновесов для точных аналитических весов. Крупные разновесы и чашки точных весов часто платинируют, т. е. покрывают тонким слоем платины.

Указанных примеров достаточно, чтобы ясно понять значение платины в аналитической лаборатории. Применение платиновой посуды этим не ограничивается. Во многих других случаях она также необходима; упомянем здесь, что платиновые тигли применяются при анализе каменных углей, нерастворимых серноокислых соединений, определении золы в животных и растительных веществах и мн. др. Платиновые трубки и сосуды применяются для перегонки химически чистой серной кислоты, так как перегонные сосуды из других металлов подвергаются воздействию паров серной кислоты и загроздняют ее.

Платиновая проволока применяется для производства качественных реакций для испытания наличия различных веществ. Известно, что расплавленная бура дает с различными веществами, имеющимися даже в ничтожных коли-

чествах, стекло, окрашенное в характерный цвет. Таким путем можно открыть марганец, который в наружной окисли-



Рис. 24. Стекла́нная палочка со впаянной платиновой проволо́чкой.

тельной части пламени окрашивает буру в красно-фиолетовый цвет, хром — в изумрудно-зеленый цвет и др.

Платиновая проволо́чка, впаянная одним концом в стеклянную палочку с небольшо́й петлей на другом конце

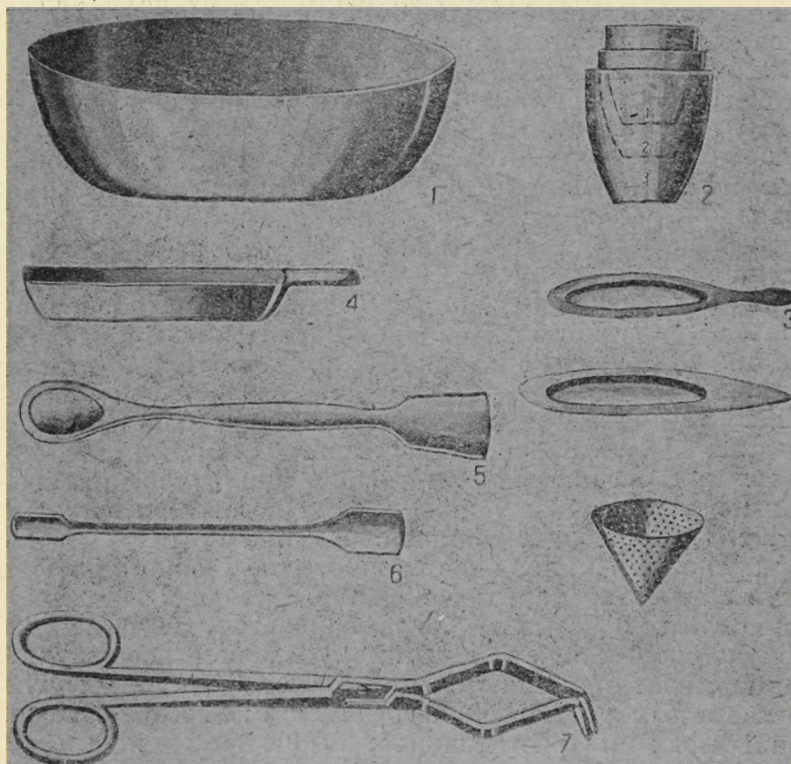


Рис. 25. Принадлежности для лабораторий.

1—платиновая чашка; 2 — платиновые тигли; 3 — крышки для них; 4 — лодочка; 5 и 6 — шпатели; 7 — щипцы с платин. наконечниками; 8 — конус для фильтрования.

при этом совершенно необходима (рис. 24); накалив петлю докрасна, проволо́чку опускают в банку с порошком буры. Петля вместе с приставшей бурой вносится в пламя го-

релки, где расплавляется и образует каплю стекла. По остывании на стекло кладется немного испытуемого вещества, и стекло снова расплавляется: происходит окрашивание стекла в характерный цвет, если присутствует искомый элемент.

Этот способ широко применяется в лабораториях и при полевой работе минерологов.

В настоящее время широко применяется химический анализ при помощи осаждения электрическим током — электролиза. Так например, если хотят определить количество меди в каком-нибудь сплаве или руде, то растворяют сплав (или руду) в серной кислоте и раствор подвергают разложению электрическим током. Разложение ведут в сосуде, в который погружены две пластинки (электроды) из платины. Электроды присоединяются к батарее, являющейся источником постоянного электрического тока определенной силы и напряжения. Раствор при пропускании тока разлагается; медь осаждается на одной из платиновых пластинок. Если известен вес пластинки до опыта, то, взвесив пластинку с осадком меди, легко высчитать количество осевшей меди и таким образом подсчитать количество меди в навеске руды или сплава.

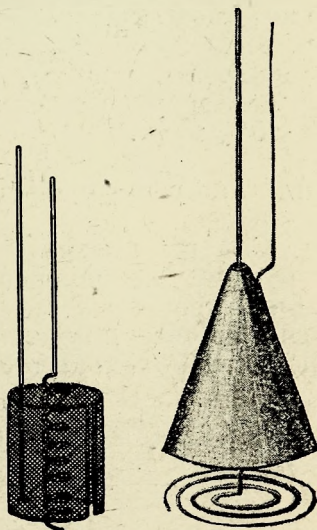


Рис. 26. Электроды из платины.

Электроанализ широко применяется в заводских, промышленных и научных лабораториях для определения меди, никеля, серебра, свинца, цинка и многих других металлов. На рис. 26 изображены различного вида платиновые электроды, применяющиеся в аналитической практике. Очень удобны для определения меди и серебра сетчатые электроды Винклера. Иногда пользуются лишь одним электродом и платиновой чашкой, которая одновременно служит и сосудом для электролиза, и вторым электродом.

Платиновая посуда, сделанная из чистой платины, хотя и достаточно хорошо сохраняет свой вес при нагревании, противостоит кислотам и расплавленной соде, но обладает одним недостатком — она очень мягка. Тигли и чашки из чистой платины легко мнутся и морщатся. Чтобы придать большую твердость металлу и прочность изделиям из не-

В настоящее время тигли, чашки и другие предметы лабораторного оборудования делают из сплавов платины с каким-либо другим металлом, который, не изменяя главных свойств платины, придавал бы ей механическую устойчивость. Такой добавкой может служить иридий, спутник платины. Иридий, будучи добавлен к платине в количестве 1—2%, значительно увеличивает ее твердость. Часто вместо иридия, который дорог, берут родий в количестве 4—5% от веса платины. Платинородиевые тигли обладают превосходным качеством и постоянством веса. Наконец в изделиях, которые не должны подвергаться частому нагреву (например электроды, чашки), часто вместо чистой платины можно с целью удешевления пользоваться сплавом платины с 3—5% меди.

Платина в пирометрии

Сплавы платины с иридием и родием имеют большое значение для измерения высоких температур (пирометрии). Для пирометров Ле-Шателье применяется пара проволок: одна из чистой платины, а другая из сплава платины с 10% родия. Проволоки с одного конца спаиваются между собой,

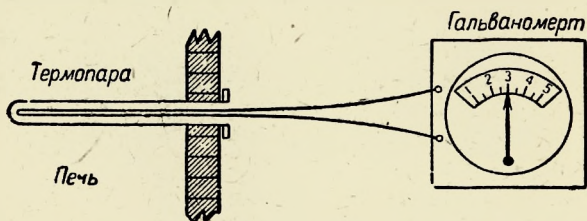


Рис. 27. Схематическое изображение пирометра Ле-Шателье.

а другие два конца присоединяются к гальванометру. Если теперь спай проволок нагревать, то в проволоках возникнет электрический ток, который будет отклонять стрелку гальванометра. Отклонения будут тем больше, чем выше температура нагрева. На шкалу гальванометра можно нанести прямо деления на градусы Цельсия. Пирометр Ле-Шателье схематически изображен на чертеже (рис. 27). Концы проволок обычно вкладываются в фарфоровую трубочку с двумя изолированными друг от друга каналами.

Стрелку гальванометра можно заменить каким-либо приспособлением, которое записывает температуру и ее изменения в виде кривой линии. Тогда получится регистрирующий пирометр — прибор, весьма распространенный в заводской практике для записывания температуры печей и в ла-

Страницы
утрачены

Комья асбеста при этом из желтоватых делаются серыми. Асбест теперь промывают водой и уксусной кислотой для удаления хлористого натрия и хлористого водорода, а затем тщательно промытая масса расщипывается руками и просушивается на противнях. Высушенный платинированный асбест еще раз расщипывается до состояния ваты желаемой тонкости.

Количество и крепость растворов хлорной платины берутся такими, чтобы платинированный асбест содержал 7,5% платины. Теперь «контактная масса» готова, и ее вводят в аппарат для производства серной кислоты, где сквозь слой платинированной асбестовой ваты пропускают при температуре около 450° смесь сернистого газа и воздуха.

На других заводах контактную массу готовят иначе: платину наносят не на асбестовую вату, а на асбестовую сетку и др.

Если в лаборатории и пирометрии платина совершенно незаменима, то в сернокислотном производстве платина в настоящее время заменяется другими, более дешевыми, веществами. Но все же благодаря своей прочности и хорошему действию платиновый контакт применяется очень широко.

В присутствии платины во много раз ускоряется также другой процесс, чрезвычайно важный для химической промышленности — это процесс окисления аммиака в азотную кислоту.

Исходным материалом для получения азотной кислоты является в настоящее время синтетический (т. е. полученный искусственно из азота и водорода) аммиак. Чтобы из аммиака, состоящего из азота и водорода (NH_3), получить двуокись азота NO_2 , которая с водой дает азотную кислоту HNO_3 , нужно аммиак сжечь. Однако горение аммиака в кислороде воздуха — слишком медленная реакция. Для того чтобы эту реакцию использовать, нужно ее значительно ускорить. Ускорителем служит нагретая платиновая сетка, с которой соприкасается смесь аммиака и воздуха. Тогда реакция идет быстро и настолько полно, что является выгодным использовать ее для промышленных целей.

Аппарат для сжигания аммиака по способу итальянского инж. Фаузера (рис. 29) состоит из чугунного шара, внутри которого натянута сетка из платиновой проволоки диаметром 0,04 мм. В аппарат подается смесь, состоящая из воздуха с 9,5% аммиака. Смесь подается под давлением в 5 атм по нижней трубе, а продукты реакции уходят вверх и далее идут в холодильник и поглотитель, где двуокись азота NO_2

растворяется в воде, и получается азотная кислота. Платиновая сетка тут служит катализатором, благодаря которому почти весь аммиак, находящийся в смеси газов, окисляется.

Существуют и другие химические производства, где платина применяется в качестве катализатора. Можно назвать здесь следующие примеры, не описывая самих производств: получение этана из ацетилена, получение пропана из алли-

лового спирта, винного (этилового) спирта из альдегида, твердых жиров из растительных масел и мн. др. Все эти производства основаны на том, что менее сложные углеродистые соединения переходят в более сложные, присоединяя водород или уплотняясь. Платина, ускоряя и облегчая эти реакции, не участвует сама в реакции.

Платина, как было упомянуто, может давать многочисленные химические соединения как простые, так и сложные. Некоторые из этих соединений имеют применение в химической промышленности и медицине. Так соединение платины с хлором и хлористым калием — хлороплатинит калия K_2PtCl_4 применяется в фотографии для изготовления «платинового виража»,

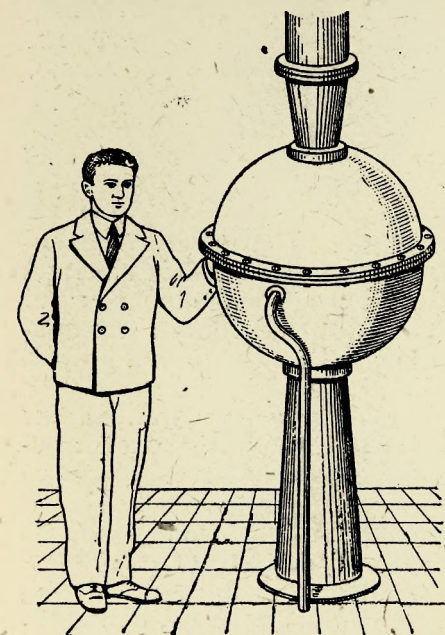


Рис. 29. Аппарат Фаузера для окисления аммиака.

посредством которого фотографические снимки окрашиваются в красивый бархатистый коричневый тон.

Хлорная платина $PtCl_4$ применяется в качестве реактива для определения калия при анализах.

Платиновосинеродистый барий применяется для изготовления экранов, светящихся под влиянием невидимых глазу рентгеновских лучей.

Однако применение соединений платины очень ограничено, вследствие их дороговизны.

Применение платины в электротехнике

Электротехника потребляет в настоящее время очень значительное количество платины для изготовления печей сопротивления. Здесь имеют значение три следующие свойства платины: 1) ее тугоплавкость и вследствие этого способность выдерживать нагрев до $1\ 500^{\circ}$; 2) значительное электросопротивление; особенно при высокой температуре; 3) неокисляемость, вследствие чего ее можно нагревать на воздухе без риска пережечь.

Поэтому платина является превосходным материалом для обмоток электрических печей. Печи эти бывают самых разнообразных форм и размеров. Опишем здесь два главных типа: трубчатую печь и тигельную.

Трубчатая печь (рис. 30) представляет собой трубку из фарфора, несущую на наружной поверхности обмотку из платиновой проволоки или ленты. Чтобы тепло не уходило наружу, поверх платиновой обмотки делается толстый слой тепловой изоляции. Печь нагревается пропусканием через платиновую обмотку электрического тока соответствующей силы.

Температура печи легко может регулироваться, если менять силу тока в платиновой обмотке, простым включением и выключением секций реостата. В некоторых случаях устраивают автоматический регулятор силы тока в обмотке, и тогда можно достичь большого постоянства температуры в печи.

Несмотря на дороговизну платины, такие печи очень распространены, так как представляют большие удобства. Их применяют в физических, химических, технических и других лабораториях и в производствах при закалке инструментальной стали и др.

Аналогичным образом устроены тигельные печи (рис. 31). Фарфоровый или глиняный тигель имеет снаружи обмотку из платиновой проволоки или ленты. Особенно распространены тигельные печи Гереуса, имеющие глиняный тигель, обматанный тонкой платиновой проволокой, которая закручена в спираль. Поверх обмотки сделана смазка из той же глины; таким образом платиновая спиралька оказывается заклю-

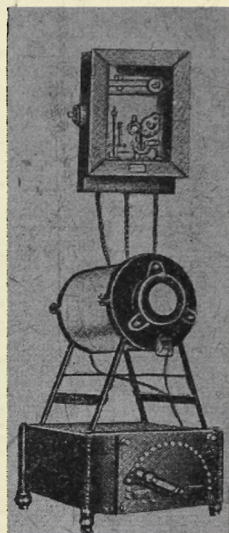


Рис. 30. Трубчатая печь с платиновой обмоткой.

Внизу — реостат для регулирования температуры, наверху — автоматический регулятор температуры.

ченной внутри стенки тигля. Этим достигаются большая прочность и хороший нагрев печи. Московский платиновый завод, снабжающий наши лаборатории, выпускает тигельные печи по типу гереусовских.

Этот же завод выпускает и муфельные печи, обогреваемые платиновой обмоткой (рис. 32).

Другое применение, которое имеет платина в электротехнике, авио- и автостроении, — это изготовление контактов.

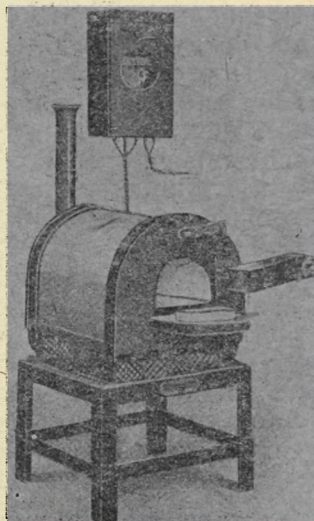
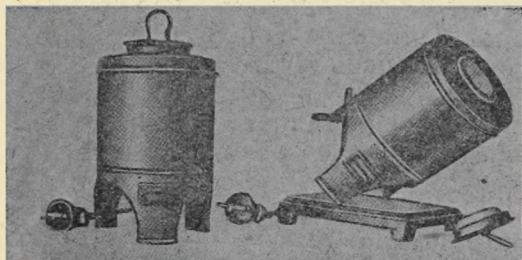


Рис. 31. Тигельные печи для лабораторий. Рис. 32. Муфельная печь.

В электротехнике часто применяются приборы, где происходит замыкание и размыкание электрического тока, например ключи телеграфных аппаратов, прерыватели, электрические звонки и т. п. При разрывании и смыкании тока происходит искробразование в тех местах, где смыкаются две разъемные части аппарата (контакты). Поэтому контакты, сделанные из железа, меди и других металлов, вследствие постоянного местного нагрева электрическими искрами, быстро оплавляются, окисляются и приходят в негодность. Чтобы избежать этого и сделать прибор более долговечным, контакты делают из платины, которая не окисляется и не оплавляется вследствие высокой температуры плавления. Однако чистая платина очень мягка и быстро бы снашивалась. Поэтому контакты делаются обычно не из чистой платины, а из сплава платины с иридием

(10—25% иридия), который еще более тугоплавок, чем платина, и отличается большой твердостью и механической прочностью.

Особенно важно отметить применение этого твердого платиноиридиевого сплава в магнето автомобильных и авиационных моторов, где из него делают контакты, между которыми проскакивает искра, зажигающая смесь бензина и воздуха, и в «свечах».

Применение платины в медицине

Для медицинских целей тратится не менее трети всей добываемой ежегодно платины.

В хирургии платина применяется для наконечников приборов, служащих для прижигания. Эти наконечники раскаливаются добела электрическим током или горячей смесью паров бензина и воздуха. Иглы шприцев для впрыскивания под кожу различных медикаментов делают из твердого сплава платины с 10% иридия. Особенно много платины идет на зубопротезирование: из нее делают коронки, считающиеся более красивыми, чем золотые, и штифты (крампоны) искусственных фарфоровых зубов. В качестве материала для коронок зубов платину можно заменить: их с успехом можно делать из золота и даже алюминия. Но платиновые крампоны не могут быть заменены ни золотыми, ни какими-либо другими, так как расширение платины при нагревании такое же, как и расширение фарфора. Поэтому при нагревании платиновые штифты также крепко держатся, как и на холоду. Штифты, сделанные из другого материала, при нагревании расширились бы иначе, чем фарфор, и фарфор бы отстал от платины, — искусственный зуб вывалился бы.

Сплав железа и никеля — платинит, применяемый теперь в электрических лампочках вместо платины, здесь не годится, так как давал бы неприятный вкус во рту и разъедался бы слюной и пищей.

Платина в виде различных изделий и приборов не терется: если прибор или изделие изнашивается, платина снова идет в дело. Потери здесь в общем очень малы. Платина же, идущая на зубопротезные цели, наоборот, в очень малой дозе возвращается: большая ее часть терется безвозвратно.

Применение платины для украшений.

Платина — некрасивый метал: она не обладает ярким блеском и приятным цветом. Но мода не знает преград, и если что-либо модно, неизменно имеет спрос. В период

войны 1914—1918 гг. и особенно в первые годы после войны в Америке, а затем и в Европе, особенно модными считались драгоценные украшения из платины.

Платиновые серьги с бриллиантами, кольца, цепочки, часы и пр. делались в большом количестве из платины. В золотых вещах считалось необходимым делать оправы для бриллиантов из платины.

В период, когда цена на платину стояла особенно высокая (1922—1924, гг.), богатые американки считали особым шиком щеголять платиновыми украшениями, а американские буржуа носили цепочки, часы, запонки из платины. Вслед за крупными буржуа тянулись и мелкие, не брезгуя при этом поддельными бриллиантами и поддельной платиной. Появилось большое количество различных сплавов платины с другими металлами: медью, никелем, серебром и др., которые по своему белому цвету не отличаются от чистой платины. Приводим небольшую табличку нескольких ювелирных сплавов:

	1	2	3	4
Платина	55,0%	90,0%	60,0%	10,0%
Иридий	—	5,0%	—	2,0%
Золото	—	5,0%	—	58,0%
Медь	18,0%	—	19,0%	—
Никель	27,0%	—	21,0%	—
Палладий	—	—	—	30,0%
Кадмий	—	—	2,0%	—

Как видно из таблицы, многие из ювелирных сплавов содержат весьма мало платины. В последние годы мода на платиновые украшения проходит, и в этой области применение ее значительно сокращается.

Спутники платины

Из изложенного раньше у читателя уже составилось некоторое представление о пяти чрезвычайно редких металлах, сопутствующих платине в природе и потому называемых спутниками ее. Они продолжают оставаться спутниками платины и далее: как видно из перечисления различных областей применения платины, весьма часто она применяется не одна, а в виде сплава со своими спутниками: иридием, родием и палладием.

Иридий был открыт в 1802 г. английским химиком Теннантом в осмистом иридии. В чистом виде иридий белый серебристый, ковкий, очень твердый металл. Температура его плавления еще выше, чем платины, — 2 300°. По своей кислотоупорности он также превосходит платину: на него

не действуют не только чистые кислоты, но и царская водка.

Применяется иридий главным образом для кислотоупорных чашек и приборов. Большая же часть иридия применяется не в виде чистого металла, а в сплавах с платиной, которой иридий придает механическую прочность и еще большую огнеупорность в изделиях, контактах и пр.

Упомянем здесь, что прототип (образчик) международного метра и международного килограмма сделаны из сплава платины с 10% иридия. Большинство копий этих прототипов, находящихся в различных государствах в качестве образцовых, в том числе и метр Главной палаты мер и весов СССР, также сделано из этого сплава. Этот сплав очень прочен и обеспечивает, что прототипы не изменят со временем своей величины. О применении иридия для термопар было уже сказано.

Вторым по количеству добываемого металла спутником платины является п а л л а д и й. Палладий был открыт при исследовании сырой платины в 1804 г. Волластоном. По своему внешнему виду и свойствам он напоминает серебро; очень мягок и тягуч, растворим в царской водке и в азотной кислоте. Температура плавления палладия $1\,550^{\circ}$, наименьшая для всей платиновой группы.

Применение себе палладий находит в виде ювелирных и зубоврачебных сплавов, как замена платины, так как ценится дешевле ее. Кроме того палладий имеет большое значение в химической промышленности, где применяется как катализатор при производстве синтетического аммиака¹, и других производствах.

Сильное каталитическое (ускоряющее) действие палладия на химические процессы, в которых имеет место присоединение водорода, объясняется исключительной способностью этого металла поглощать водород: один объем палладия (в виде порошка) может поглотить до 1 000 объемов водорода.

Водород, находящийся на поверхности палладия, таким образом равноценен газу, сжатому до 1 000 ат, и потому вступает в химическое взаимодействие с другими веществами гораздо легче, чем в отсутствие палладиевого катализатора.

Р о д и й, родной брат палладия, открытый тем же Волластоном в 1805 г. Также белый серебристый металл, но гораздо более твердый, чем палладий. Плавится родий при $1\,970^{\circ}$, нерастворим в кислотах и царской водке. Добы-

¹ Аммиак является промежуточным продуктом для производства азотистых удобрительных веществ.

вается в гораздо меньших количествах, чем иридий и палладий, и потому применение его ограничено. Большая часть родия идет на приготовление платинородиевых проволок для термопар — пирометров Ле-Шателье. Затем родий прибавляют в количестве 3—5% к платине, идущей на изготовление лабораторной посуды, чтобы придать ей механическую прочность.

Мелко раздробленный родий, стертый с маслом, служит хорошей черной краской для фарфора. Наконец отметим, что коллоидный ¹ родий является лекарственным средством против гриппа (внутривенное впрыскивание).

О с м и й был открыт одновременно с иридием в 1802 г. Теннантом. Этот металл обладает наивысшей температурой плавления из всех платиновых металлов: он плавится при 2500°. По внешнему виду — это серебристый, со стальным блеском металл. Удельный вес осмия — 22,5 — наибольший из всех веществ; осмий таким образом является наиболее плотным веществом из всех, ныне известных.

При нагревании осмий легко окисляется, давая летучее соединение с кислородом — четырехокись осмия OsO_4 , — которое обладает сильным и едким запахом и вредно действует на глаза. Отсюда происходит название этого металла «осмий», что по-русски значит «пахучий». Применение осмия поэтому весьма ограничено. Он применяется иногда в химической промышленности как катализатор в производстве синтетического аммиака из элементов азота и водорода (по способу Габера-Росиньоля).

Небольшое количество осмия в виде химических соединений (OsO_4 и др.) применяется при микроскопических исследованиях животных и растительных тканей для окрашивания нервных волокон и жировых включений.

Сравнительно в недавнее время электрические лампочки с нитью из сплава осмия с вольфрамом («осрам» — сокращенное осмий — вольфрам) были распространены; однако в настоящее время они совершенно вышли из употребления. Теперь нити лампочек делаются из чистого вольфрама.

Р у т е н и й, младший брат платины, открыт Карлом Клаусом в Казани в 1844 г. Вследствие своей крайней редкости и очень малых количеств, которые добываются при переработке сырой платины и осмистого иридия, применение его очень ограничено.

По внешнему виду рутений напоминает железо; твердость его значительна; уд. вес 12,1; температура плавления 2450°. Рутений прибавляется к платине для увеличения

¹ В состоянии очень мелкого раздробления.

ее твердости при изготовлении игл для фонографов, ~~вотных~~ приборов, «вечных» перьев и в некоторых ювелирных сплавах.

Рутений — хороший катализатор, особенно при процессе получения метана из окиси углерода или разложения формальдегида и муравьиной кислоты.

В медицине рутениевые препараты дают хорошие результаты при лечении туберкулеза.

Ниже дана сводка свойств всех металлов платиновой группы; при этом металлы разбиты по атомному и удельному весу на две группы: легкие и тяжелые.

Свойства платиновых металлов

Название металла	Легкие металлы			Тяжелые металлы		
	Рутений	Родий	Палладий	Осмий	Иридий	Платина
	Ru	Rh	Pd	Os	Ir	Pt
Атомный вес	101,7	102,9	106,7	190,9	193,1	195,2
Ат. номер	44	45	46	76	77	78
Уд. вес	12,1	12,44	12,56	22,5	22,4	21,5
Темпер. плавлен. в °Ц	2 450°	1 950	1 550	2 500	2 350	1 755
Кристалл. строение	Гексаг. ¹	Кубич.	Кубич.	Гексагон.	Кубич.	Кубич.
Твердость по сравнению с ал- мазом (10) . . .	6,5	—	4,8	7,0	6,5	4,3

Статистические данные о потреблении платиновых металлов

Точно сказать, для каких целей, какое количество добываемой ежегодно платины и ее спутников идет, нельзя, так как учета этих металлов не ведется. Исключение составляют САСШ, где правительственные органы ежегодно публикуют сведения о потреблении платины в различных отраслях промышленности. Ввиду того, что Соединенные штаты ежегодно потребляют около 80% мировой продукции платиновых металлов, возможно допустить подобие относительное распределение по различным отраслям и в других странах. Приводим данные о потреблении платины, палладия, иридия и других платиновых металлов по отраслям промышленности за 1927 г. (в килограммах).

¹ Гексагональное — шестигранное.

Область применения	Платина	Палладий	Иридий	Осмий, родий, рутений	Сумма	% от суммы
Химическая промышленность	342,5	5,6	3,1	5,4	356,6	7,7
Электротехническая промышленность	463,7	77,5	50,3	3,8	595,3	12,8
Зубоврачебная	233,5	379,4	4,8	—	617,7	13,2
Ювелирная	2 676,6	115,3	126,3	10,2	2 928,4	62,9
Прочее	98,8	9,7	9,5	40,8	158,8	3,4
Сумма	3 815,1	587,5	194,0	60,2	4 656,8	100,0

Сведения эти конечно только отчасти отражают размеры потребления платиновых металлов, так как кроме вновь добываемых металлов на рынок поступают металлы, уже бывшие в употреблении. Поэтому правильно было бы учесть распределение мирового запаса платины между различными отраслями.

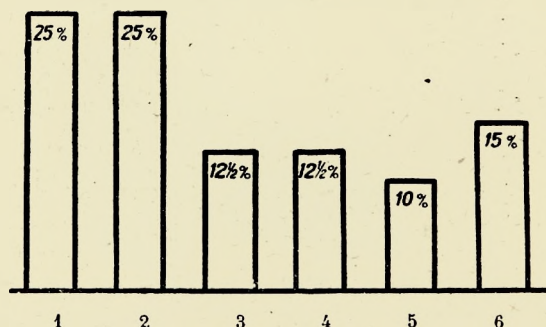


Рис. 33. Распределение мирового запаса платины.

1—химические приборы, 2—искусственные зубы, 3—ювелирные изделия, 4—электрические аппараты, 5—катализаторы, 6—прочее.

По данным Н. К. Высоцкого мировой запас платины в 130 т распределяется следующим образом:

Химические приборы	25%
Искусственные зубы	25%
Ювелирные изделия	12,5%
Электрические аппараты	12,5%
Катализаторы	10%
Прочее	15%

Платиновые металлы и химия сложных соединений

Той пользой, которую платина и ее спутники приносят, будучи применены в одной из описанных форм, не исчерпывается значение этих металлов. Нами было уже упомянуто, что платина дает многочисленные химические соединения как простого, так и сложного характера. Спутники платины также обладают этим свойством. Синтезируя и изучая эти многочисленные соединения платиновых металлов, химикам удалось значительно расширить свои познания о строении вещества и построить теорию строения комплексных соединений, выводы которой впоследствии были распространены на другие неплатиновые металлы и элементы.

Давно было известно, что платина дает очень сложные соединения с различными веществами, особенно аммиаком.

Однако внутреннее строение, архитектура молекул этих соединений, долгое время была неизвестна. В настоящее время благодаря работам целого ряда ученых — Клеве, Бломстранда, Иергенсена, Вернера, Чугаева, Курнакова, Черняева, Ганча и др. — строение их было разгадано. Мы не имеем возможности здесь подробно излагать химию комплексных соединений платиновых металлов. Дадим только несколько иллюстраций архитектуры молекул некоторых из них.

Растворяясь в царской водке, платина соединяется с хлором, давая хлорную платину $PtCl_4$. Если обозначить кружками атомы платины и хлора, то хлорная платина изобразится так, как показано на рис. 34.

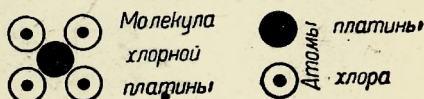


Рис. 34.

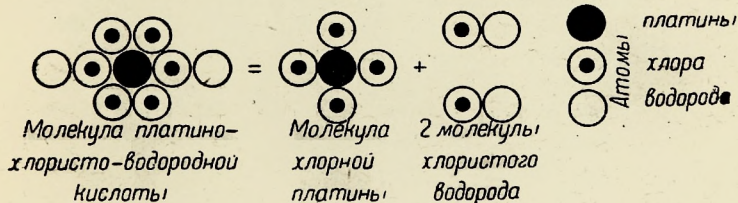


Рис. 35.

Хлорная платина с избытком соляной кислоты реагирует дальше, присоединяя на одну молекулу две молекулы соляной кислоты (хлористого водорода). Получается более сложное соединение: платинохлористоводородная кислота (рис. 35).

Вместо молекул хлористого водорода хлорная платина может присоединить молекулы хлористого калия, хлористого натрия (поваренной соли), хлористого аммония (нашатыря) и т. д. Эти соли носят общее название—хлороплатинаты. Строение их таково (рис. 36).

Из этих схем видно, что комплексные соединения образуются не из атомов элементов, а из молекул соединений; так хлорная платина в виде молекулы, состоящей из пяти атомов (один — платины и четыре — хлора), соединяется с хлористым натрием, молекула которого состоит из двух различных атомов, или с хлористым аммонием, каждая молекула

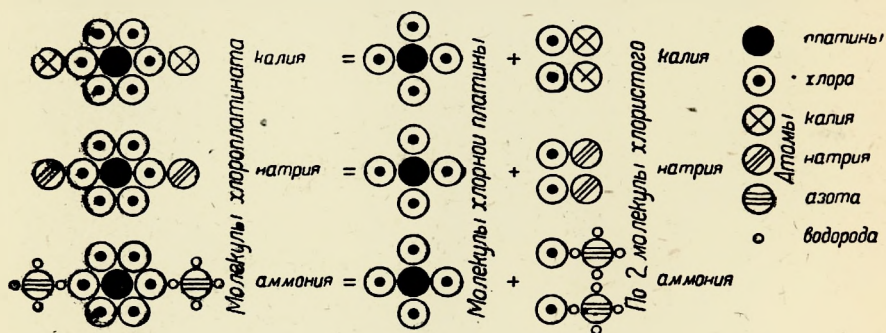


Рис. 36.

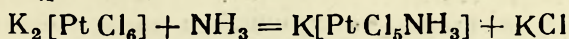
которого состоит из одного атома азота, окруженного четырьмя атомами водорода, и одного атома хлора. Поэтому комплексные соединения часто называются молекулярными соединениями.

Характерной особенностью соединений, молекулы которых схематически изображены на рис. 35 и 36, является группировка шести атомов хлора вокруг центрального атома платины. Оказывается, что атомы хлора, связанные с платиной, очень прочно к ней привязаны, не вступают в обычные реакции и составляют с ней как бы «внутреннюю сферу» соединения: внешней сферой являются атомы водорода, калия, натрия или аммония.

Такая схема строения молекул хлороплатинатов подтверждается и тем, что при разложении электрическим током их растворов вся группа, составляющая внутреннюю сферу, ведет себя как одно целое, передвигаясь по направлению к аноду (отрицательному полюсу).

Если на хлороплатинаты действовать аммиаком в меньшем или большем избытке, то молекулы аммиака NH_3 становятся во «внутреннюю сферу» вместо хлора, вытесняя

его наружу; получаются аммиачные соединения платины — аммиакаты (рис. 37):



При дальнейшем действии аммиака, входящего во внутреннюю сферу комплексных соединений, получаются аммиакаты с 2, 3, 4, 5 и 6 частицами аммиака:

$[Pt(NH_3)_2Cl_4]$	— диамин (2 частицы аммиака)
$[Pt(NH_3)_3Cl_3]Cl$	— триамин (3 » »)
$[Pt(NH_3)_4Cl_2]Cl_2$	— тетрамин (4 » »)
$[Pt(NH_3)_5Cl]Cl_3$	— пентамин (5 » »)
$[Pt(NH_3)_6]Cl_4$	— гексамин (6 » »)

Интересно заметить, что соединение с двумя частицами аммиака не имеет совсем внешней сферы. В связи с этим его растворы не проводят электрического тока. Молекулу этого вещества можно себе представить следующим образом: атом платины находится посередине, а атомы хлора и частицы аммиака расположены со всех сторон от него на одинаковых расстояниях в пространстве. Получается октаэдр (восьмигранник), по вершинам которого находятся аммиак и хлор, а в центре — платина (рис. 38).

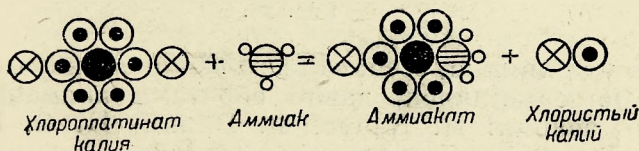


Рис. 37.

Из прилагаемого рисунка видно, что расположить две частицы аммиака и четыре частицы хлора по вершинам тетраэдра можно двумя способами: либо две частицы аммиака поставить рядом, либо одна против другой. Таким образом, если наши представления о строении комплексных соединений верны, должно существовать два разных соединения с одинаковым составом.

Действительно могут существовать два соединения, отвечающие формуле $[Pt(NH_4)_2Cl_4]$: одно, соответствующее расположению I аммиака рядом — цис) и II (аммиака один против другого — транс). Такие соединения, обладающие различным строением и одинаковым составом, называются *изомерными*, а самое явление — *изомерией*.

Изомерия широко распространена и изучена на органических соединениях. Соединения платиновых металлов дали примеры многочисленных видов изомерии и позволили

установить закономерности зависимости свойств и строения для неорганических соединений.

Платина оказалась наилучшим и наимудобнейшим объектом для изучения строения сложных комплексных соединений, особенно таких, где вместо аммиака были взяты органические амины, меркаптаны, гидразин и др¹.

И в настоящее время, когда комплексные соединения очень многих элементов хорошо изучены, платиновые металлы останутся очень удобными элементами для синтеза новых химических молекулярных соединений и исследования их строения. Поэтому химия платины и ее спутников разрослась в большой отдел неорганической химии, имеющий огромное теоретическое значение.

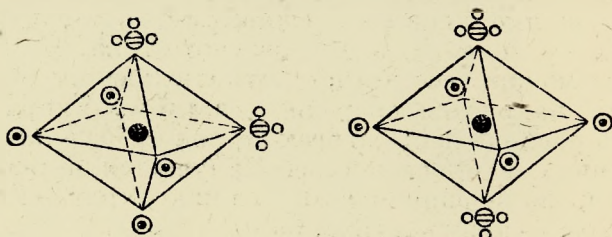


Рис. 38.

Русские химики, сознавая всю важность изучения химии платиновых металлов, давно обратили внимание на эту отрасль знания: К. Клаус, Ф. Вильм, Н. С. Курнаков, Л. А. Чугаев и др. занимались вопросами строения соединений платины.

Платиновый институт Академии наук СССР поставил изучение комплексных соединений платиновых металлов своей первой задачей и выпустил целый ряд важнейших работ в этой области. СССР таким образом стоит на первом месте не только по добыче платины, но и по изучению ее.

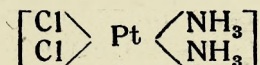
Исследования в области химии платиновых металлов имеют конечно не только теоретическое значение. Всякое научное исследование имеет всегда две стороны, обе одинаково важные и неотъемлемые друг от друга: теоретическую и практическую. Химия платины имеет практическое применение для аффинажа платины. Изучаемые теоретически химические процессы являются чрезвычайно полезными в деле улучшения аффинажа платины и ее спутников, так как хорошая очистка этих металлов возможна только путем перевода их через ряд комплексных соединений. Так

¹ Углеродистые вещества, содержащие азот.

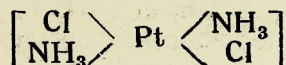
при аффинаже платины платина из растворов выделяется в форме нашатырной платины, т. е. хлороплатината аммония; родий выделяют в виде сложной соли хлорпентаминхлорида; палладий в виде палладозамина и пр. Усовершенствование или введение новых методов аффинажа не было бы мыслимо без научной работы в области химии комплексных соединений.

То же надо сказать и об анализе платиновых минералов, руд, полупродуктов и продуктов аффинажа.

Аналогичный и еще более наглядный пример изомерии представляют две соли, имеющие состав $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]^1$. Одна из них — соль Пейроне — имеет строение цис:



другая—2-я соль Рейзе—строение транс:



Будущее платиновых металлов

Из нашего краткого обзора применения и значения платины в различных областях видно, как разнообразны различные потребности человека, которым она удовлетворяет. Часто приходится слышать мнение, что платина не необходима и ее можно заменить суррогатами. Действительно в некоторых случаях платина заменима, например кислотупорные сосуды теперь делают из специальной хромовой стали, в электрических лампочках платина заменена «платинитом» (сплавом никеля и железа) и т. д. Но применение этих суррогатов ограничено. В тех случаях, когда требуется одновременно и огнеупорность, и химическая стойкость, платина становится совершенно незаменимой другими металлами.

Пятилетка нашей платиновой промышленности строится не только на количественной, но главным образом на качественной стороне дела. Способы добычи платины у нас еще в значительной степени основаны на первобытной технике. Намечена полная замена во всех случаях, когда это возможно, ручной работы старателей работой механической, т. е. введением дражной разработки россыпей. Для осуществления этого плана необходимо всемерно увеличивать

¹ Из ряда двувалентной платины.

и улучшать драгостроение и производство запасных частей для драг.

Коренные месторождения платины на Урале до сих пор лежали втуне; разведкой и разработкой их почти не занимались. В настоящее время приступлено к работам по исследованию и разработке коренных месторождений, и исследования должны продолжаться.

В области переработки и аффинажа платиновых металлов также намечен целый ряд мер для улучшения и удешевления стоимости с тем, чтобы ни один грамм драгоценных металлов не ускользал, а все металлы целиком выпускались бы в совершенно чистом виде, готовом к употреблению. Намечен выпуск изделий и сплавов платиновых металлов как для удовлетворения внутренних потребностей СССР, так главным образом для внешнего рынка.

Пятилетний план нашего строительства предусматривает значительное развертывание научноисследовательской работы как в деле исследования и обогащения руд, так и в деле химической переработки сырой платины и стандартизации продукции.

Можно надеяться, что наука прольет свет на новые физические и химические свойства платины и в особенности ее спутников, которые еще очень мало изучены, и найдет методы их выгодного извлечения из руд. А со знанием откроются новые богатства, лежавшие до этого втуне. Ведь только благодаря тому, что люди узнали, изучили свойства платины, она из ненужного металла, который выбрасывали в реку, стала богатством. более дорогим, чем золото.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
БИБЛИОТЕКА
ИМЕНА
ВЕННИНСКОГО
г. Свердловск,
ул. Карла Либкнехта 43 в.
1944 г.

Зак. 914

Москва. Уполномоченный Главлита Б. 13803. ОГИЗ № 2419 НХ-3. 5.000 экз.



Цена 60 коп.

51245

